



MEZŐGAZDASÁGI ÉS ÉLELMISZERIPARI GÉPEK

Készítette:

Dr. Juhász György
Dr. Hagymássy Zoltán
Dr. Battáné Dr. Gindert-Kele Ágnes

Készült: Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Debrecen

Terjedelem: 138 oldal (4 ív)

Kézirat lezárva: 2015. augusztus 15.

A publikáció/tanulmány/tananyag elkészítését a Munkaerő-piaci igényeknek megfelelő, gyakorlatorientált képzések, szolgáltatások a Debreceni Egyetemen Élelmiszeripar, Gépészet, Informatika, Turisztika és Vendéglátás területen (Munkaalapú tudás a Debreceni Egyetem oktatásában) TÁMOP-4.1.1.F-13/1-2013-0004 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Lektor:

Dr. Tiba Zsolt

ISBN: 978-963-473-908-1





Tartalomjegyzék

ÁBRÁK JEGYZÉKE	6
SZERZŐK BEMUTATÁSA	10
BEVEZETÉS.....	11
1. HAJTÁSOK ÉS HAJTÁS ELEMEEK	12
1.1. A hajtások általános jellemzői.....	13
1.2. Motorok.....	14
1.2.1. Villamos motorok.....	14
1.2.2. Belsőégésű (robbanó-) motorok	15
1.3. Munkagépek.....	16
1.4. Közlőmű.....	17
1.5. Hidraulikus és pneumatikus hajtások.....	18
2. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS ENERGIAÁTVITEL ALAPJAI	19
2.1. Folyadékok mechanikája.....	19
2.2. Gázok mechanikája	22
3. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS HAJTÁSOK ELEMELI	24
3.1. Energiaforrás elemei	25
3.2. Vezérlő elemek	27
3.3. Végrehajtó elemek.....	27
4. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS RENDSZEREK	31
4.1. Hidraulikus rendszerek.....	31
4.2. Hidraulikus körfolyamatok.....	32
4.3. Munkafolyadékok	34



4.4.	Szűrők.....	36
4.5.	Pneumatikus rendszerek.....	38
5.	KAPCSOLÁSI RAJZ SZIMBÓLUMAI	39
6.	TALAJMŰVELÉS GÉPEI	42
6.1.	Ekék	42
6.2.	Tárcsás talajművelő gépek	45
6.3.	Boronák	47
6.4.	Talajmaró.....	47
6.5.	Hengerek	47
6.6.	Hengerborona.....	48
6.7.	Sorközművelő kultivátor	48
6.8.	Szántóföldi kultivátor.....	49
6.9.	Kombinált talajművelő gépek	49
7.	VETÉS GÉPEI.....	51
7.1.	Sorbavető gépek	51
7.2.	Szemenként vető gépek.....	53
7.3.	Direktvető gépek	55
7.4.	Precíziós vetés	55
7.5.	Ültető gépek	55
7.6.	Palántaültető gépek.....	56
8.	TÁPANYAGGAZDÁLKODÁS GÉPEI	57
8.1.	A műtrágya kijuttatása.....	58
8.2.	A szerves trágya kijuttatása	62



9. AZ ÖNTÖZÉS GÉPEI.....	65
10. A NÖVÉNYVÉDELEM GÉPEI.....	71
10.1. Szántóföldi permetező gépek.....	71
10.2. Gyümölcsvédelmi, ültetvény permetező gépek.....	74
11. A GABONA BETAKARÍTÁSÁNAK GÉPE 76	76
11.1. Aratórész	76
11.2. A cséplő szerkezet.....	77
11.3. A tisztító szerkezet.....	79
11.4. A meghajtó szerkezet.....	79
11.5 Fejlesztések a gabona kombájnnon.....	80
12. ANYAGMOZGATÓ ÉS SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK.....	81
12.1. Hevederes szállítószalagok	81
12.2. Serleges elevátorok	89
12.3. Rédler (Láncos szállító)	92
12.4. Szállítócsiga	94
12.5. Gravitációs szállítóberendezések	96
12.5.1. Csúszdák.....	96
12.5.2. Gördülőelemes szállítópályák.....	97
12.6. Pneumatikusállítás.....	98
13. ÉLELMISZERIPARI GÉPEK ÉS BERENDEZÉSEK	102
13.1. Feldolgozásra előkészítő gépek.....	102
13.1.1. Tisztítás gépei	102
13.1.2. Ballasztanyag-eltávolító gépek	108
13.2. Osztályozó berendezések.....	115
13.3. Aprítógépek.....	121



13.4. Ülepítőberendezések.....	127
13.5. Centrifugák.....	129
13.6. Szűrők.....	133
14. FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM	137



ÁBRÁK JEGYZÉKE

1.1. ÁBRA. HAJTÁSOK BLOKKSÉMÁJA.....	13
1.2. ÁBRA. ASZINKRONMOTOR JELLEGGÖRBÉJE	14
1.3. ÁBRA. ROBBANÓMOTOR JELLEGGÖRBÉI A FORDULATSZÁM FÜGGVÉNYÉBEN: P – TELJESÍTMÉNY, M- NYOMATÉK, B – FAJLAGOS FOGYASZTÁS.....	15
1.4. ÁBRA. MUNKAGÉPEK TIPIKUS JELLEGGÖRBÉI.....	16
1.5. ÁBRA. STABIL MUNKAPONT.....	17
1.6. ÁBRA. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS HAJTÁSLÁNC BLOKKSÉMÁJA [6]	18
2.1. ÁBRA. HIDRAULIKUS EMELŐ	19
3.1. ÁBRA. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS RENDSZER STRUKTÚRÁJA. FORRÁS: [30].....	24
3.2. ÁBRA. VEZÉRLŐ ELEMELK	27
3.3. ÁBRA. VÉGREHAJTÓ ELEMELK VÁLASZTÉKA	27
3.4. ÁBRA. EGYSZERES MŰKÖDÉSŰ MUNKAHENGEREK.....	29
3.5. ÁBRA. KÉTSZERES (KÉTOLDALI) MŰKÖDTETÉSŰ MUNKAHENGEREK.....	29
3.6. ÁBRA. A HIDRAULIKUS MUNKAHENGER RÉSZEI.....	30
4.1. ÁBRA. HIDRAULIKUS BERENDEZÉS TELJESÍTMÉNY- ÉS VESZTESÉGVISZONYAI [35]	32
4.2. ÁBRA. NYITOTT SZABÁLYOZÁSI LÁNCÚ HIDRAULIKUS RENDSZER.....	33
4.3. ÁBRA. ZÁRT SZABÁLYOZÁSI LÁNCÚ HIDRAULIKUS RENDSZER	33
4.4. ÁBRA. PNEUMATIKUSAN VEZÉRELT CSOMAGEMELŐ BERENDEZÉS ÚT-LÉPÉS DIAGRAMJA [41].....	38
4.5. ÁBRA. CSOMAGEMELŐ BERENDEZÉS KAPCSOLÁSI RAJZA [41]	38
5.1. ÁBRA. PNEUMATIKUS ÚTIRÁNYÍTÓ SZELEPEK CSATLAKOZÁSÁNAK JELÖLÉSEI	41
6.1 ÁBRA: AZ EKÉK SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA [10]	43
6.2 ÁBRA: X – TÁRCSÁS TALAJMŰVELŐ GÉP [10].....	45
6.3 ÁBRA: HENGEREK [10]	48
6.4 ÁBRA: SORKÖZMŰVELŐ KULTIVÁTOR [10]	48
6.5 ÁBRA: KÖNNYŰ MAGÁGY KÉSZÍTŐ [10].....	50
7.1 ÁBRA: TOLÓBÜTYKÖS VETŐSZERKEZET (BALRA). TOLÓHENGEREK VETŐSZERKEZET (JOBBRA) [38].....	51
7.2 ÁBRA: ACCORD RENDSZERŰ PNEUMATIKUS SORBAVETŐ GÉP [38].....	52
7.3 ÁBRA: TIVE-JET RENDSZERŰ PNEUMATIKUS SORBAVETŐ GÉP [38].....	53
7.4 ÁBRA: SZÍVÓ RENDSZERŰ PNEUMATIKUS SZEMENKÉNTVETŐ GÉP [38]	54
8.1 ÁBRA: FÜGGESZTETT RÖPÍTŐTÁRCSÁS MŰTRÁGYASZÓRÓ GÉP FŐ RÉSZEI [38].....	58
8.2 ÁBRA: FÜGGESZTETT RÖPÍTŐTÁRCSÁS MŰTRÁGYASZÓRÓ GÉP SZÓRÁSKÉPE [13].....	59
8.3 ÁBRA: VONTATOTT RÖPÍTŐ TÁRCSÁS MŰTRÁGYASZÓRÓ GÉP [38].....	59
8.4 ÁBRA: CSIGÁS MŰTRÁGYASZÓRÓ GÉP [38]	60
8.5 ÁBRA: KÖZPONTI ADAGOLÁSÚ PNEUMATIKUS MŰTRÁGYASZÓRÓGÉP [38].....	61
9.1 ÁBRA: ÖNTÖZŐBERENDEZÉSEK FŐ SZERKEZETI ELEMELK [9].....	65
9.2 ÁBRA: CSÉVÉLHETŐ DOBOS ÖNTÖZŐBERENDEZÉS [9].....	68
9.3 ÁBRA: LINEÁR ÖNTÖZŐBERENDEZÉS [9]	69
9.4 ÁBRA: CSEPEGTETŐ ÖNTÖZŐBERENDEZÉS [38].....	69
10.1 ÁBRA: SZÁNTÓFÖLDI PERMETEZŐGÉP FŐ RÉSZEI [8]	72
10.2 ÁBRA: GYÜMÖLCSVÉDELMI, ÜLTETVÉNY PERMETEZŐGÉPEK [8].....	75
11.1 ÁBRA: GABONA KOMBÁJN [7].....	76
11.2 ÁBRA: AZ ARATÓRÉSZ [7]	77
11.3 ÁBRA: A CSÉPLŐ SZERKEZET [38].....	78



11.4 ÁBRA: A TISZTÍTÓ SZERKEZET [38]	79
12.1. ÁBRA. HEVEDERES SZÁLLÍTÓSZALAG	82
12.2. ÁBRA. GUMIBORDÁS HEVEDER [5].....	82
12.3.A. ÁBRA. A HEVEDEREK ALÁTÁMASZTÁSA.....	83
GÖRGŐKKEL [5].....	83
12.3.B. ÁBRA TÖBBGÖRGŐS VÁLYÚSÍTÁS [18]	83
12.4. ÁBRA ANYAGFELADÓ SZERKEZETEK [5]	84
12.5. ÁBRA ANYAGLEADÓ SZERKEZETEK	85
12.6. ÁBRA. KRISTÁLYCUKOR ÁTADÁSI PONTJA ELSZÍVÁSSAL [17]	86
12.7. ÁBRA. SODRONYHEVEDERES SZÁLLÍTÓSZALAG [26].....	87
12.8. ÁBRA. TAGOS SZÁLLÍTÓ SZALAG [15].....	88
12.9. ÁBRA. MÁGNESES DOBOZEMELŐ [40].....	88
12.10. ÁBRA. ELEVÁTOR. RÉPASZELET SZÁLLÍTÁS [17]	89
12.11. ÁBRA. SERLEGES ELEVÁTOR [5, 14]	89
12.12.A. ÁBRA. SERLEGEK [14].....	90
12.12.B. ÁBRA LÁNCOS ELEVÁTOR KANÁLFELFÜGGESZTÉSÉNEK MÓDJA [17]	90
12.13. A. ÁBRA. SERLEGEK ÉS SERLEG CSAVAROK [27]	91
12.13.B. ÁBRA NORMÁL ÉS FENEKETLEN SERLEGEK, SERLEGELRENDEZÉS SZAKASZOS ÉS FOLYAMATOS [32]	91
12.14. ÁBRA A SERLEGEK TÖLTÉSE A.) MERÍTÉSSEL B.) KÖZVETLEN TÖLTÉSSEL [29].....	91
12.15. ÁBRA A SERLEGEK ÜRÍTÉSE [5]	92
12.16. ÁBRA. RÉDLER [14]	93
12.17. ÁBRA. RÉDLER LÁNC [22]	93
12.18. ÁBRA SZÁLLÍTÓCSIGA ÉS SZÁLLÍTÓELEM [23].....	95
12.19. ÁBRA CSIGASZÁRNYFAJTÁK [5].....	95
12.20. ÁBRA. SZÁLLÍTÓCSIGÁK ALKALMAZÁSI PÉLDÁI [17]	96
12.21. ÁBRA. SPIRÁLCSÚSZDA [16]	97
12.22. ÁBRA. A GÖRGŐS SZÁLLÍTÓPÁLYA ELEMEI [5]	98
12.23. ÁBRA. GÖRGŐSPÁLYA ÉS GOLYÓSZASZTAL [21].....	98
12.24. ÁBRA. SZÍVÓÜZEMŰ PNEUMATIKUS SZÁLLÍTÓBERENDEZÉS [5]	99
12.25. ÁBRA. NYOMÓÜZEMŰ PNEUMATIKUS SZÁLLÍTÓBERENDEZÉS [5]	99
12.26. ÁBRA. VEGYES ÜZEMŰ PNEUMATIKUS SZÁLLÍTÓBERENDEZÉS [5].....	100
12.27. ÁBRA LÉGLAZÍTÓS (AERÁCIÓS) CSATORNA [5]	101
13.1. ÁBRA FORGÓHENGES KEFESOROS MOSÓGÉP [31]	103
13.2. ÁBRA KÚPOS-KEFÉS MOSÓGÉP [31]	104
13.3. ÁBRA LÉGBEFÚVÁSOS MOSÓGÉP [31].....	105
13.4. ÁBRA FLOTÁCIÓS MOSÓGÉP [31]	106
13.5. ÁBRA. MÁGNESES DOBOZÖBLÍTŐ [31]	107
13.6. ÁBRA. LÁDA ÉS REKESZMOSÓ GÉPSOR [31].....	107
13.7. ÁBRA. TÉPŐHENGES SZÁRTÉPŐGÉP MŰKÖDÉSI ELVE [31]	108
13.8.A ÁBRA. KISZÚRÓ RENDSZERŰ MAGOZÓGÉP VÁZLATA [31].....	109
13.18.B. ÁBRA. KISZÚRÓ RENDSZERŰ MAGOZÓGÉP MAGOZÓ MECHANIZMUSA [31].....	110
13.19. ÁBRA. ŐSZIBARACK FELEZŐ-MAGOZÓ MŰKÖDÉSI VÁZLATA [40]	110
13.20. ÁBRA. KUKORICASZEM- LEVÁGÓ [40].....	111
13.21. ÁBRA. DÖRZSHÁMOZÓ GÉP [31]	112
13.22. ÁBRA FOLYAMATOS MŰKÖDÉSŰ CSIGÁS LÚGHÁMOZÓ GÉP [31].....	113
13.23. ÁBRA. FÜGGŐLEGES HENGES SERTÉSBŐRFEJTŐ GÉP [33]	114



13.24. ÁBRA. BAKUI RENDSZERŰ MARHABŐRFEJTŐ GÉP [33]	115
13.25. ÁBRA. HENGERGÖRGŐS OSZTÁLYOZÓ MŰKÖDÉSI ELVE [3]	116
13.26. ÁBRA. RÉSES OSZTÁLYOZÓ MŰKÖDÉSI VÁZLATA [31]	117
13.27. ÁBRA. KAJSZIBARACK OSZTÁLYOZÁSA MÉRET SZERINT [43]	117
13.28. ÁBRA. SÍKROSTÁK ELRENDEZÉSE [39]	118
13.29. ÁBRA. DRÓTSZÖVET SZITA SZÖVEDÉKE: VÁSZONKÖTÉS [3].....	118
13.30. ÁBRA. LISZTSZITASÉLYEM GÉZKÖTÉSSEL [3].....	118
13.31. ÁBRA. SÍKSZITA [3, 25]	120
13.32. ÁBRA. SZITAKERET [19]	120
13.33. ÁBRA. AZ APRÍTÁSI IGÉNYBEVÉTEL [3].....	121
13.34. ÁBRA. MALOMIPARI HENGERSZÉK [3]	123
13.35. ÁBRA. KALAPÁCSOS ZÚZÓ [40].....	124
13.36. ÁBRA. KALAPÁCSOK [3].....	124
13.37. ÁBRA A.) KÁPOSZTASZELETELŐ GÉP KÉSTÁRCSÁJA [28], B.) KÉSTÁRCSA ÉS KÉS [31]	125
13.39. ÁBRA. A. KUTTER [20], B. KUTTER GOMBÁVAL [24]	127
13.40. ÁBRA. EGYKAMRÁS DORR-KÁD [3]	128
13.41. ÁBRA. ÜLEPÍTÉSKOR A DORR-SŰRÍTŐBEN KIALAKULÓ ZÓNÁK [3]	129
13.42. ÁBRA. TÁNYÉROS CENTRIFUGA (SZEPARÁTOR) [3]	131
13.43. ÁBRA. ZÁRT RENDSZERŰ FÖLÖZŐGÉP DOBJA [33]	132
13.44. ÁBRA. CSIGÁS ÖNŰRÍTŐ CENTRIFUGA VÁZLATA [40].....	133
13.45. ÁBRA. CSÓSZŰRŐ [39]	134
13.46. ÁBRA. KERETES SZŰRŐPRÉS [3].....	135
13.47. ÁBRA. VÁKUMDOBSZŰRŐ [33].....	136



TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1.1. TÁBLÁZAT. HAJTÁSOK JELLEMZŐI.....	13
1.2. TÁBLÁZAT. HÁROMFÁZISÚ ASZINKRONMOTOR SZINKRON FORDULATSZÁMAI	14
1.3. TÁBLÁZAT. KÖZLŐMŰVEK TÍPUSAI ERŐ- ÉS ALAKZÁRÁS ESETÉN.....	17
3.1. TÁBLÁZAT. HIDRAULIKUS SZIVATTYÚK JELLEMZŐI	25
3.2. TÁBLÁZAT. KOMPRESSZOROK TÍPUSAI ÉS JELLEMZŐI.....	26
3.3. TÁBLÁZAT. HAJTÁSOK JELLEMZŐI.....	28
4.1. TÁBLÁZAT. KÖNNYEN GYULLADÓ HIDRAULIKAOLAJOK.....	34
4.2. TÁBLÁZAT. NEHEZEN GYULLADÓ HIDRAULIKUS OLAJOK	35
4.3. TÁBLÁZAT. KÖRNYEZETKÍMÉLŐ TERMÉKEK.....	35
4.4. TÁBLÁZAT. NEM GYULLADÓ HIDRAULIKUS FOLYADÉK	35
5.1. TÁBLÁZAT. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS ELEMÉK RAJZJELEI (MSZ 12877).....	39
5.2. TÁBLÁZAT. ÚTIRÁNYÍTÓ SZELEPEK JELÖLÉSE.....	40
5.3. TÁBLÁZAT. ÚTIRÁNYÍTÓ SZELEPEK MŰKÖDTETÉSI MÓDJAI.....	40
5.4. TÁBLÁZAT. CSATLAKOZÁSOK JELÖLÉSE.....	41

SZERZŐK BEMUTATÁSA

	<p>Dr. Juhász György, PhD, a műszaki tudományok doktora, egyetemi docens. 1984-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán, gépgyártástechnológiai szakon. 1989-től oktat a Debreceni Egyetem Műszaki Karán gépelemek, szerkezetek tárgyakat, ahol számos jegyzet és feladat kidolgozója. A hidraulikus és pneumatikus tantárgyak tárgyfelelőse, a tárgy tematikájának és feladatainak kidolgozója. A nemzetközi és hazai pneumatika versenyek felkészítő tanára és rendszeres résztvevője.</p>
	<p>Dr. Hagymássy Zoltán, PhD, az agrár-műszaki tudományok doktora, egyetemi docens. 1981-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetemen Miskolcon. 1999-től oktat a Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Karán. Többek között tárgyfelelőse és előadója az agrármérnök BSc szakokon a Műszaki és élelmiszeripari alapismeretek. és a Mezőgazdasági Géptan tárgyaknak. Kutatási területe a tápanyag gazdálkodás gépeinek tervezése és vizsgálata.</p>
	<p>Dr. Battáné Dr. Gindert Kele Ágnes, PhD a növénytermesztési- és kertészeti tudományokban, egyetemi docens. 1982-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán. 1985-től gyártmánytervező a debreceni Mezőgép Vállalatnál. 1996 óta oktat a Debreceni Egyetemen. 2011-ig a Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrár-műszaki Tanszékén, ezt követően a Műszaki Kar Gépészmérnöki Tanszékén oktatott ill. oktat többek között Mezőgazdasági géptan, Feldolgozóipari gépek és műveletek, Növénytermesztés gépesítése, Állattenyésztés gépesítése, Gépelemek és Gyártástechnológia tantárgyakat.</p>



BEVEZETÉS

A 21. század alig teljesíthető kihívása áll az emberiség előtt. 2050-re a lélekszám megközelítheti a 9-10 milliárdot. Ekkora tömeget csak ivóvízzel és étellel ellátni hihetetlenül nagy feladat. A múlt századokban elindult permanens ipari forradalom vívmányai átkerültek az iparszerű mezőgazdasági és élelmiszertermelésbe. A modern társadalmakban a korszerű, gépesített és automatizált termelési folyamatok miatt a lakosság egyre kisebb rétege képes a teljes lakosság számára elegendő élelmiszer megtermelésére. Azonban a népesség túlnyomó és leggyorsabban szaporodó hányada az ún. fejlődő országokban él, ahol már most sem elegendők sem az erőforrások, sem pedig a technikai civilizáció fejlettségi szintje. A fejlettebb országok azt tehetik, amit a régi bölcsesség is mond: a szegényebbeknek nem halat kell adni, hanem halászni kell őket megtanítani. Ugyanakkor Európában is szükség van arra, hogy fejlesszük, tanítsuk és továbbadjuk azokat a korszerű gépi és ipari technológiákat, amelyekkel nagy mennyiségű és megfelelő minőségű élelmiszer termelhető illetve állítható elő a környezet és egészségünk károsítása nélkül. Ehhez hagyományos és egyszerű gépészeti technológiák éppen úgy szükségesek, mint az ember nélküli automatizált üzemek létesítése.

Könyvünk három fő témakört foglal magában. Az első rész azokat a gépészeti alapismereteket tartalmazza, amelyek során a „hajtásokkal”, a hidraulikus és pneumatikus rendszerekkel, erőátvitellel ismerkedhet meg az olvasó. A következő 6.-11. fejezetek a mezőgazdasági gépek közül a növénytermesztés gépeit és gépészeti eszközeit tárgyalják. Az utolsó 12-13. fejezetek pedig a mezőgazdasági termények feldolgozását végző, az élelmiszer előállításához szükséges gépeket és technológiákat mutatja be, illetve a termelő üzemekben leggyakrabban alkalmazott anyagmozgató berendezéseket.

A jelen jegyzet e szerteágazó szakterületeknek csak a bevezető és néhány lényeges elemét tudja bemutatni, ám ennek és a tanórákon kibővített kellő elméleti és gyakorlati ismereteik birtokában a felsőoktatásból kikerülő szakemberek reményeink szerint képesek lesznek a hazai mezőgazdasági és élelmiszeripari létesítményekben magas színvonalú szakmai-irányítói feladatok ellátására.



1. HAJTÁSOK ÉS HAJTÁS ELEMEEK

Az emberi faj természeti környezetből történő kiemelkedését elsősorban a gondolkodás és a munka tette lehetővé. Ezek indították el azt a fejlődési folyamatot, amely mai világunk kialakulásához vezetett és aminek alapját az évezredek alatt felhalmozott tudományos, technikai ismeretek alkotják.

Az emberekben már az időszámítás kezdete előtt felmerült az igény olyan gépek tervezésére, amelyek megkönnyítik vagy kiváltják a nehéz fizikai munkát. Hamar rájöttek, hogy néhány természetben előforduló energiaforrás alkalmas munkavégzésre és gépek meghajtására. Ilyen volt a szél- és vízi energia.

Bár Héron (k.r. 100 körül) lerakta a pneumatika és hidraulika alapjait, a IV. században a Római Birodalomban megkezdődött a vízi erő ipari hasznosítása, 900 körül pedig már szélkerekek malmokat hajtottak Perzsiában, ennek ellenére ebben a korban ezeknek az energiaforrásoknak a tömeges használata még nem volt jellemző [4].

Az áttörést a Thomas Newcomen által feltalált (1705) és James Watt által tökéletesített gőzgép (1781) munkába állítása jelentette [4].

A gőzgép már alkalmas volt olyan gépek meghajtására, amely meghaladta az emberi és állati energiaforrások munkavégző képességét. Létrejötték az első olyan hajtások, amelyekben a munkát a gép végezte és az ember feladata a munka irányítására csökkent.

Egy új kor, az ipari forradalom vette kezdetét, amely szédítő gyorsasággal alakította át nagyszerű találmányaival és gépeivel az egész világot.

A gőzgépek elindultak hódító útjukra, nem sejtve, hogy diadalútjukat hamar megtörik az újabb korszakalkotó találmányok, amelyek a mai hajtásaink alapjául is szolgálnak: a villanymotor (Jedlik Ányos, 1829), a négyütemű Otto-motor (Nikolaus August Otto, 1876), a gyorsjáratú benzinmotor (Wilhelm Maybach, 1883) és a diesel motor (Rudolf Diesel, 1887) [4].

Jellemzően a mai hajtásokban is ezen elveken épült motorok korszerűbb változatai dolgoznak.

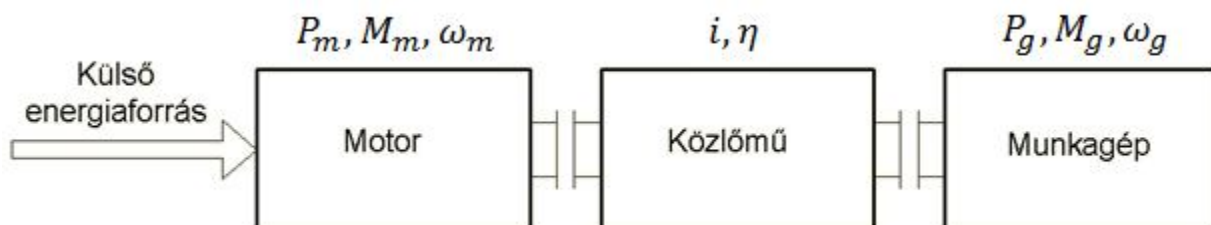
Az emberi munkát kiváltó berendezéseket vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy ezek teljesítménytől és mérettől függetlenül azonos logikai elvek szerint épülnek fel. Ezt az elvet mutatja az 1.1. ábrán látható hajtáslánc egyszerűsített blokksémája.

Minden hajtásban szükség van energiaforrásra (benzin, diesel olaj, elektromos energia), amely meghajt egy robbanó- vagy elektromos motort. A motor az energiáját közlőművön keresztül viszi át a munkagépre. A munkagép pedig elvégzi, megkönnyíti vagy kiváltja az emberi munkát.

Klasszikus értelemben a hajtáslánc a gőzgép megjelenésétől értelmezhető annak ellenére, hogy hajtások már a megelőző évszázadokban is léteztek. Az 1.1 táblázat a hajtáslánc jellemzőit mutatja be figyelembe véve a történeti fejlődésben bekövetkezett változásokat is.

.

1.1. A hajtások általános jellemzői



1.1. ábra. Hajtások blokksémája

A hajtásláncban az energiaáramlás - a motortól a munkagépig - mechanikus kapcsolatokon keresztül valósul meg, amelynek hatásfokát és főbb jellemzőit az alábbi összefüggéssel lehet kiszámolni:

$$P_m = M_m \cdot \omega_m \quad (1.1)$$

$$\omega_m = 2\pi \cdot n_m \quad (1.2)$$

$$\eta = \frac{P_g}{P_m} = \frac{i_M}{i_\omega} \quad (1.3)$$

Ahol:

- P_m - a motor teljesítménye [W]
- P_g - a munkagép teljesítménye [W]
- M_m - a motor nyomatéka [Nm]
- M_g - a munkagép szükséges nyomatéka [Nm]
- ω_m - a motor szögsebessége [1/s]
- ω_g - a munkagép szögsebessége [1/s]
- η - a hajtás hatásfoka
- i_M - nyomatéki áttétel
- i_ω - kinematikai áttétel

1.1. táblázat. Hajtások jellemzői

Energiaforrás	Motor	Közlőmű	Munkagép
Emberi erő	(Ember)	Lánchajtás	Kerékpár
Állati erő	(Állat)	-	Lovas kocsi
Gőz	Gőzgép	Tengelykapcsolók	Szivattyú
Benzin	Ottó motor	Fogaskerék-hajtások	Gépjárművek
Diesel olaj	Diesel motor	Fogaskerék-hajtások Szalaghajtások	Mezőgazdasági gépek
Elektromos energia (Hagyományos és megújuló energiaforrásokból)	Villanymotor	Hajtóművek ...	Villanymozdony Kávédaráló stb.

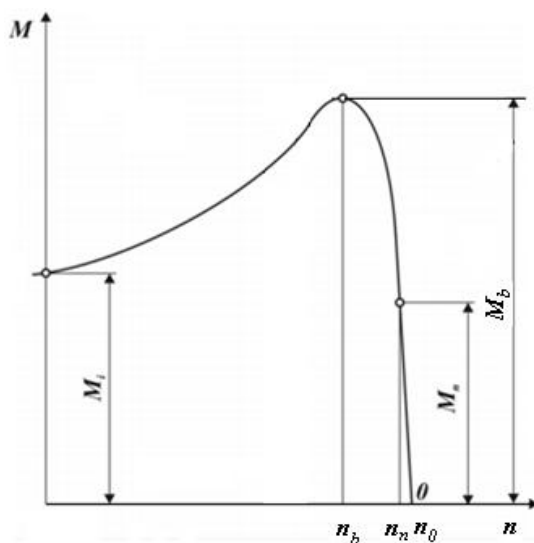
1.2. Motorok

A hajtásokban használt motorok szolgáltatják a munkagép számára szükséges energiát. Kiválasztásuk elsősorban a felhasználásuk függvénye, de a hajtáslánc tervezésénél és a motorválasztásnál döntő szempont lehet az energiaforrás elérhetősége is.

1.2.1. Villamos motorok

A villamos hajtások jellemzően telepített, ipari üzemekben terjedtek el illetve olyan helyeken, ahol az elektromos hálózat könnyen hozzáférhető. A villamos motorok teljesítmény és mérettartománya széles, így felhasználásuk nagyon sokrétű. A motorok kialakításukat tekintve lehetnek egyenáramúak és váltóáramúak. A váltóáramú motorok készülnek kétfázisú és háromfázisú kivitelben.

Ipari hajtás szempontjából meghatározó motor típus a háromfázisú aszinkronmotor, amelynek a M - n jelleggörbéje az 1.2. ábrán látható. Ezek a motorok alap kiépítésben fordulatszám-tartók, a póluspárok gerjesztésétől függő aszinkron fordulatszámokat az 1.2. táblázat tartalmazza.



1.2. ábra. Aszinkronmotor jelleggörbéje

Ahol:

M_i – indító nyomaték [Nm]

M_b – billenő nyomaték [Nm]

M_n – névleges nyomaték [Nm]

$$\frac{M_i}{M_n} = 1,2 \dots 2,8$$

n_b – billenő fordulatszám [1/min]

n_n – névleges fordulatszám [1/min]

n_0 – szinkron fordulatszám [1/min]

$$\frac{M_b}{M_n} = 1,6 \dots 3,6$$

A háromfázisú aszinkronmotorok jellemzői:

- egyszerű a szerkezetük, olcsók (pl. kalickás motorok)
- karbantartásuk egyszerű
- állandósult üzemben egyenletes hajtást biztosítanak
- a stabil munkaágon (a billenőpont után) közel fordulatszám-tartók
- hatásfokuk jó ($\eta > 0,9$)

1.2. táblázat. Háromfázisú aszinkronmotor szinkron fordulatszámjai

Pólusok száma	2	4	6	8
Szinkron fordulatszám: n_0 [1/min]	3000	1500	1000	750

1.2.2. Belsőégésű (robbanó-) motorok

A belsőégésű motor egy olyan hőerőgép, amelynél egy periodikus körfolyamat során a hengerben a tüzelőanyag elég (felrobban) és a munkaközeg hőjének egy része mechanikai munkává alakul.

A robbanómotorok fajtái munkaciklus szerint:

- Négyütemű motor
- Kétütemű motor

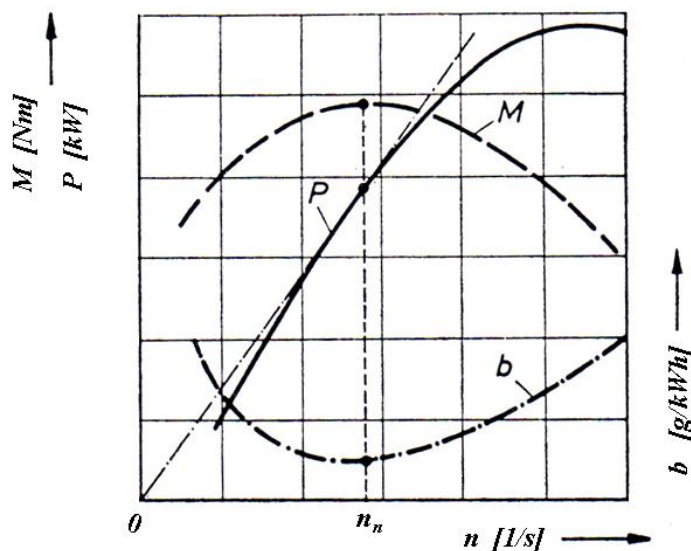
A tüzelőanyag adagolása és elégeése szempontjából:

- Otto-motor
- Diesel motor

Volumetrikus működés fajtája szerint:

- Dugattyús motor
- Forgódugattyús motor (Wankel-motor)

A belsőégésű motorok legnagyobb felhasználója a járműipar, mivel a motorok nincsenek hálózathoz kötve. A benzinmotorok elsősorban a személygépkocsik hajtásában terjedtek el, míg a diesel motorok a tömegközlekedés és szállítás járműveinek jellemző hajtásai. Az 1.3. ábrán robbanómotor diagramjai láthatók.



1.3. ábra. Robbanómotor jelleggörbéi a fordulatszám függvényében: P – teljesítmény, M – nyomaték, b – fajlagos fogyasztás

A belsőégésű motorok jellemzői:

- egy bizonyos fordulatszám alatt üzemképtelenek (alapjárat fordulatszám)
- a motorok fordulatszáma az üzemanyag adagolásától függ (nem fordulatszám tartó motorok)
- nem egyenletes a járása, ezért lendítőkerék szükséges
- hatásfoka alacsony

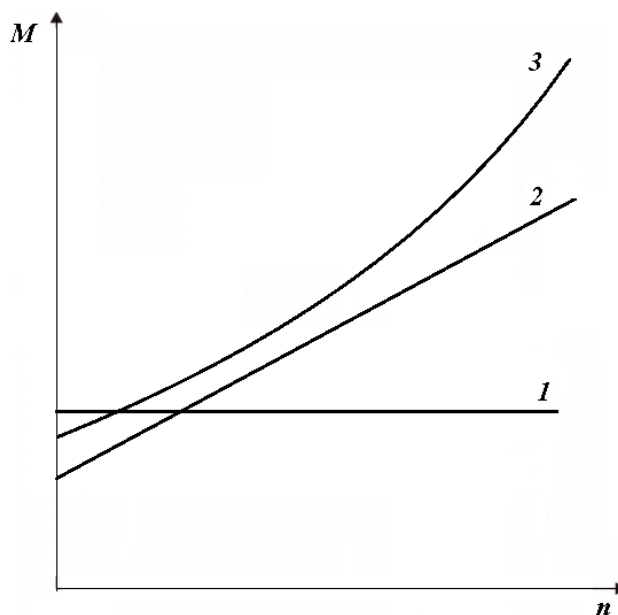
1.3. Munkagépek

A gépek az élet minden területén teret hódítottak felszabadítva ezzel az embereket a fizikai munka alól. A munkagépek - felhasználó igényeitől függően - méret és teljesítmény területén nagy eltéréseket mutatnak: a kézben elérő, kis teljesítményű háztartási eszközöktől a több ezer kilowatt teljesítményű munkagépekig.

Ahhoz, hogy a munkagép hosszútávon megbízhatóan működjön körültekintő, szakszerű méretezésre van szükség. A méretezés alapja a hajtott gép karakterisztikája, amit a gyártók sokszor hosszadalmas mérések kiértékelése után tudnak meghatározni.

Néhány jellegzetes munkagép karakterisztikát mutat az 1.4. ábra.

- Elsősorban a szállító és anyagmozgató gépekre jellemző, hogy a teheremelés nyomatéka a fordulatszámtól független. Ebben az esetben a jelleggörbe vízszintes egyenessel ábrázolható (1-típusú, vízszintes karakterisztika).
- A keverő és sajtológépek jellegzetes karakterisztikája a 2. típusú, lineáris karakterisztika, ahol a felhasznált nyomaték a fordulatszámmal lineárisan nő.
- A munkafolyamatok harmadik jellegzetes csoportjánál a nyomaték a fordulatszám második vagy harmadik hatványával arányosan növekszik. Általában ilyen függvénykapcsolatot eredményez a folyadéksúrlódás és a légellenállás, ezért ez a fajta diagram a vízgépekre, a kompresszorokra, a szellőzőkre valamint a nagy sebességgel haladó gépjárművekre jellemző (3-típusú, másod-, harmadfokú karakterisztika).
- Meg kell azonban jegyezni, hogy a munkagépek túlnyomó többségénél a karakterisztika nem írható le egyszerű formában, mert az a terhelés és az idő függvénye. Ebben az esetben a terhelési diagram meghatározásához szimulációs programok használatára vagy működés közben felvett mérési adatokra van szükség.



1.4. ábra. Munkagépek tipikus jelleggörbéi

A hajtáslánc helyes kiépítéséhez az üzemi viszonyok pontos ismerete szükséges, mivel a kiválasztást nemcsak a nyomaték és fordulatszám határozza meg, hanem a hajtásláncban fellépő terhelések időbeni lefolyása is. A meghajtó motor és a munkagép összekapcsolását a közlőmű végzi el.

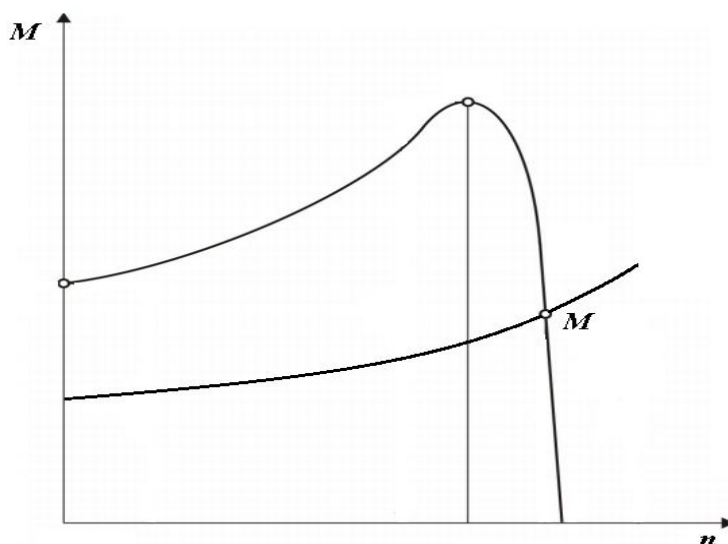
1.4. Közlőmű

A közlőmű feladata, hogy a motor nyomatékát és fordulatszámát a munkagép igényeihez hangolja. Az összehangolás célja, hogy a hajtáslánc optimálisan és hosszú ideig megbízhatóan működjön.

A közlőművek sokféle kialakításban készülnek az egyszerű merev tengelykapcsolótól a modern többfokozatú fogaskerekes sebességváltóig. Általános jellemzőjük, hogy hatásfokuk jó, a hajtásláncban fellépő veszteségük pedig függvénye annak, hogy a nyomatékot és fordulatszámot alakzáró vagy erőzáró módon viszik át a motor tengelyéről a munkagép tengelyére. A közlőművek főbb típusait az 1.3. táblázat tartalmazza.

1.3. táblázat. Közlőművek típusai erő- és alakzárás esetén

Alakzáró	Erőzáró
Merev tengelykapcsolók	Súrlódó tengelykapcsolók
Kiegyenlítő tengelykapcsolók	Ékszíjhajtások
Lánchajtások	Laposszíj-hajtások
Fogazotszíj-hajtások	Dörzshajtások
Fogaskerék hajtóművek	

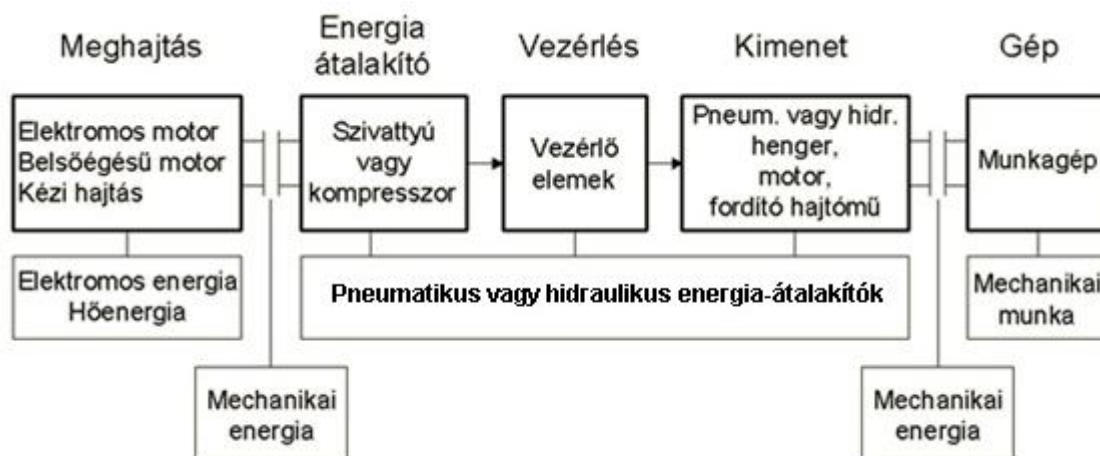


1.5. ábra. Stabil munkapont

A közlőmű segítségével a motort úgy kell összeilleszteni a munkagéppel, hogy a létrejövő munkapont stabil ágban legyen. Egy ilyen stabil munkapontot mutat az 1.5. ábra.

1.5. Hidraulikus és pneumatikus hajtások

A hidraulikus és pneumatikus hajtások olyan speciális hajtásláncok, amelynél a közlőműben energiaátalakítás történik. A meghajtó motor mechanikai energiáját átalakítjuk hidraulikus vagy pneumatikus nyomási energiává, majd a munkavégzésnél a végrehajtó elemek (hengerek, fordító hajtóművek, motorok) visszaalakítják a nyomási energiát mechanikai energiává. Az energiaátalakítás hidraulikában szivattyúval, pneumatikában kompresszorral történik, amit telepített üzem esetében villanymotorral míg mobil üzem esetén robbanómotorral hajtanak meg. Az így átalakított energia vezérlő elemek segítségével működteti közvetlenül a végrehajtó elemeket vagy a végrehajtó elemek által mozgatott munkagépeket. A hidraulikus és pneumatikus hajtások blokksémája az 1.6. ábrán látható.



1.6. ábra. Hidraulikus és pneumatikus hajtáslánc blokksémája [6]

A mezőgazdasági és élelmiszeripari gépekben széles körben elterjedt a hidraulikus és pneumatikus hajtások alkalmazása.

A hidraulikát elsősorban ott alkalmazzák, ahol nagyobb erőre és a terheléstől független sebességre van szükség.

Néhány jellegzetes alkalmazási példa:

- emelő hidraulika (pl. hidraulikus vonóhorog)
- kormányművekben alkalmazott hidraulika
- szabályozó hidraulika (vonóerő, munkamélység, traktor és munkagép egymáshoz viszonyított helyzetének változtatása stb.)

A pneumatikus rendszerek elsősorban ott terjedtek el, ahol a gyors mozgatás a fő szempont. Jellemző felhasználási területük az anyagmozgatás és azon belül az anyagok szelektálása, de a pneumatikus elemek és rendszerek megtalálhatók sok mezőgazdasági gépben is (pl. légfék).

2. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS ENERGIAÁTVITEL ALAPJAI

2.1. Folyadékok mechanikája

A folyadékok fizikai törvényszerűségeit a nyugvó folyadék esetében a hidrosztatika, míg az áramló folyadékok esetében a hidrodinamika vizsgálja.

Hidrosztatikus nyomás

A nyugvó folyadékban a felszíntől számított h mélységben nyomás jön létre, amelyet hidrosztatikus nyomásnak nevezünk.

A hidrosztatikus nyomás számítása:

$$p_h = \rho g h \quad (2.1)$$

ahol:

p_h – hidrosztatikus nyomás [Pa]

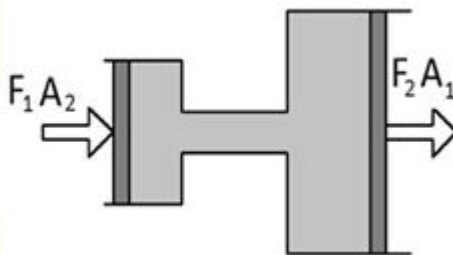
ρ – a folyadék sűrűsége [kg/m^3]

g – nehézségi gyorsulás [m/s^2]

h – a folyadékoszlop magassága [m]

Nyomás terjedése a folyadékban

Zárt folyadékban ható külső nyomás minden irányban gyengítetlenül továbbterjed (*Pascal törvénye*). A törvényszerűség gyakorlati felhasználása a hidraulikus emelőnél valósul meg (2.1. ábra).



2.1. ábra. Hidraulikus emelő

Számítása az alábbi összefüggéssel végezhető el:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.2)$$

ahol: $F_2 > F_1$, ha $A_2 > A_1$ (összenyomhatatlan folyadéokra)



Ideális folyadékok

Az áramlástan az áramló folyadékok (fluidok) törvényszerűségeivel foglalkozik. A mozgásfolyamatok egyszerűsítése végett bevezetjük az ideális folyadék fogalmát, amelyet sűrűségmentesnek és összenyomhatatlannak feltételezünk. Tágabb értelemben a levegő és egyéb gázok is folyadéknak tekinthetők, amennyiben a nyomáskülönbségek miatt fellépő sűrűségváltozások elhanyagolhatók. A sűrűségmentes folyadék akadálymentesen áramlik a csövön és az áramlásba került testeket akadálytalanul körülfolytja. Az ideális folyadék matematikailag úgy is jellemezhető, hogy az egyes végtelenül kicsinek tekintett folyadékelemek az áramlás során áramlásirányban ugyan deformálódhatnak, de az áramlás irányú tengelyük körül nem fordulnak el. Ezért az ilyen típusú áramlást örvénymentes áramlásnak (potenciális áramlásnak) nevezzük.

A stacionárius áramlás (kontinuitás) törvénye

A tömegmegmaradás elvéből adódóan az összenyomhatatlan folyadékokra igaz a folytonosság törvénye, melyből következik, hogy egy csővezeték bármely keresztmetszetén időegység alatt azonos folyadékmennyiség áramlik át.

$$Q = v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2 \quad (2.3)$$

ahol:

Q – térfogatáram [m^3/s]

A_1 és A_2 – csőkeresztmetszetek [m^2]

v_1 és v_2 – sebességek [m/s]

Bernoulli-törvény (ideális folyadékokra érvényes)

Az áramlási térben egy kiszemelt áramlási cső mentén:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{állandó} \quad (2.4)$$

azaz:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \quad (2.5)$$

ahol:

p – statikus nyomás [Pa]

h – a folyadékoszlop magassága [m]

ρ – a folyadék sűrűsége [kg/m^3]

v – a folyadék áramlási sebessége [m/s]

Valóságos folyadékok áramlása

Valóságos folyadékáramlás esetén folyadéksűrűdés lép fel, ami az áramlás során nyomásvesztést okoz. Ha a folyadék kis sebességgel mozog, akkor a folyadékreszecskek egymással párhuzamosan áramlanak. A folyadékreszecskek sebessége a cső falánál zérus, a



középvonal felé haladva folyamatosan nő. Az ilyen áramlást réteges vagy más néven *lamináris áramlásnak* nevezzük.

Az egyes áramlásrétegek között τ nyírófeszültség (súrlódás) lép fel, amely annál nagyobb, minél viszkózusabb a folyadék. A Newton-féle viszkozitási törvény kimondja, hogy az egyes rétegek közötti csúsztató feszültség egyenesen arányos a sebességgradienssel.

Ennek meghatározása a Newton-féle súrlódási törvény értelmében:

$$\tau = \eta \frac{dv}{dz} \quad (2.6)$$

ahol:

η - a dinamikai viszkozitási tényező [Pas].

A víz, és a legtöbb gáz kielégíti Newton feltételét, ezeket newtoni folyadékoknak nevezik. A nem-newtoni folyadékoknál összetettebb összefüggés áll fenn a csúsztató feszültség és a sebességgradiens között.

A dinamikai viszkozitás a laminárisan áramló folyadék csőkeresztmetszetében az egységnyi sebességnövekményre eső nyírófeszültség értéke.

A dinamikai viszkozitás mértékegysége: $\eta = 1 \text{ Pa}\cdot\text{s} = 1 \text{ kg/ms} = 10 \text{ P (Poise)}$.

Ha növekszik az áramlási sebesség, akkor egy sebességérték elérése után (kritikus sebesség) az áramló részecskék mozgása rendezetlenné, örvénylővé válik. Az ilyen áramlást más néven *turbulens áramlásnak* nevezzük. A turbulens áramlásban a veszteségek jelentősen nőnek.

Lamináris (réteges) áramlás esetén a sebességeloszlás elméletileg parabolikus, a turbulens áramláskor a sebességeloszlás egyenletesebb, a sebességesés csak egy vékony szélrétegre terjed ki. A két áramlási típus között a Reynolds-szám adja a határt, amely dimenzió nélküli szám.

A Reynolds-szám meghatározása

$$Re = \frac{dv}{\nu} \quad (2.7)$$

ahol:

v - az áramlás sebessége [m/s]

d - a csővezeték belső átmérője [m]

ν - a folyadék kinematikai viszkozitása [m^2/s]

A kinematikai viszkozitás a folyadékban (gázban) keltett örvényszerű zavarok öncsillapodásának gyorsaságát jellemzi.

A kinematikai viszkozitás mértékegysége [$1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^4 \text{ St (Stokes)}$].

A folyadékok viszkozitása a hőmérséklet növekedésével csökken, vagyis hígán folyóssá válnak, ezzel szemben a gázok viszkozitása a hőmérséklet növekedésével nő.



Lamináris az áramlás, ha: $Re < 2320$

Turbulens az áramlás, ha: $Re > 2320$

A hidraulikában a túl nagy viszkozitású anyagok használata esetén nagyok lesznek a veszteségek. Kis viszkozitású olajoknál viszont megnő a szivárgás veszélye. Ezért mindig törekedni kell adott feladatnál az optimális olaj kiválasztására.

2.2. Gázok mechanikája

Gáztörvények (Ideális gázokra)

Boyle-Mariotte törvény (1662 és 1679)

Adott mennyiségű gáz állandó hőmérsékleten történő (izoterm) állapotváltozása során a gáz sűrűsége és nyomása egyenesen arányos mennyiségek.

$$pV = \text{állandó} \quad (2.8)$$

ahol:

V- térfogat [m^3]

p – abszolút nyomás [Pa]

Charles törvény (~1787)

A törvényt először Joseph Louis Gay-Lussac fogalmazta meg 1802-ben, de ő Jacques Charles 1787 körül keletkezett kiadatlan művére hivatkozott.

$$\frac{V}{T} = \text{állandó} \quad (2.9)$$

ahol:

V- térfogat [m^3]

T- az abszolút hőmérséklet

Gay-Lussac törvény (1802)

Adott mennyiségű gáz állandó nyomáson történő (izobar) állapotváltozása során a gáz sűrűsége és hőmérséklete fordítottan arányos mennyiségek.

$$\frac{p}{T} = \text{állandó} \quad (2.10)$$

ahol:

T- az abszolút hőmérséklet

Avogadro törvénye (1811)



Azonos nyomáson és azonos hőmérsékleten egyenlő térfogatú gázok azonos számú molekulát tartalmaznak. Az Avogadro szám hivatalos definíciója: a szénatomok száma a 12-es tömegszámú szénizotópban, amely $6,022 \cdot 10^{23}$ db.

Bármely gáz 1 mol-nyi mennyisége azonos számú molekulát tartalmaz, nevezetesen:

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} / \text{mol} \text{ (Avogadro féle szám)}$$

Abszolút hőmérsékleti skála

A Kelvin-fokban (K) kifejezett T hőmérséklet.

$$T = 273,15 + t \text{ [K]}$$

ahol:

t – Celsius fokban mért hőmérséklet

Egyesített gáztörvény

A három gáztörvényt: Boyle–Mariotte-törvényt, a Gay-Lussac-törvényt és a Charles-törvényt összevonva kapjuk az egyesített gáztörvényt.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (2.11)$$

Az Avogadro-törvény figyelembevételével levezethető az egyetemes vagy általános gáztörvény.

$$pV = nRT \quad (2.12)$$

ahol:

p – abszolút nyomás [Pa]

V- térfogat [m^3]

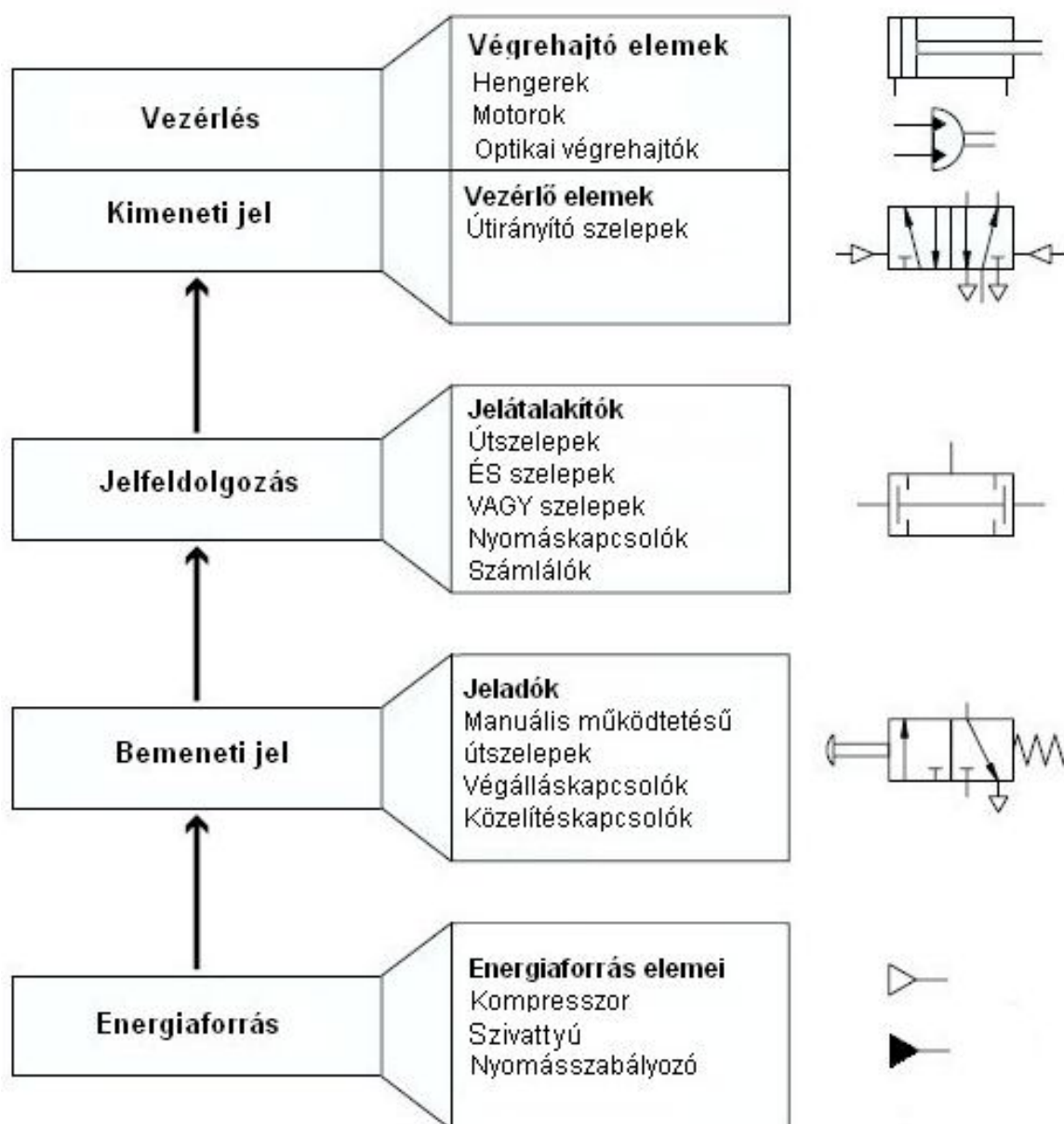
n – a gáz kémiai anyagmennyisége [mol]

R – egyetemes gázállandó [$8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$]

T – az abszolút hőmérséklet [K]

3. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS HAJTÁSOK ELEMEI

A hidraulikus és pneumatikus energiaszármazékos struktúrája a 3.1. ábrán látható. A hidraulikában a munkát a nagynyomású olaj, míg a pneumatikában a sűrített levegő végzi a végrehajtó elemek segítségével. A munka vezérlését a jeladón jelátalakítón és vezérlő szelepen keresztül érkező jel határozza meg, amit az ember irányít. Ezekben a rendszerekben a jel alulról felfelé áramlik.

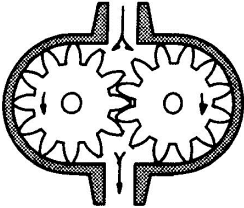
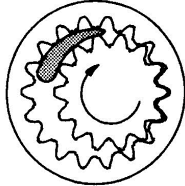
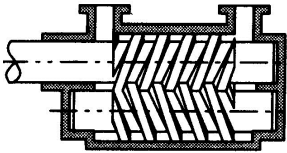
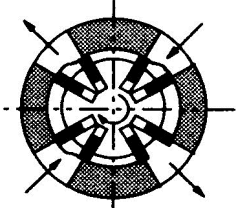
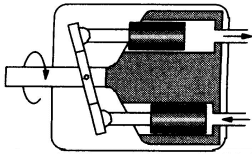
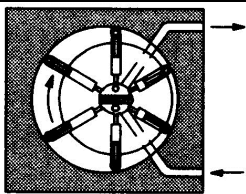


3.1. ábra. Hidraulikus és pneumatikus rendszer struktúrája. Forrás: [30]

3.1. Energiaforrás elemei

A hidraulikában az energiaforrást a szivattyú szolgáltatják. A különböző szivattyú típusok jellemzőit a 3.1. táblázat tartalmazza.

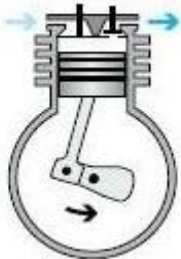
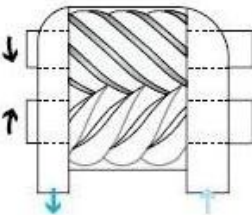
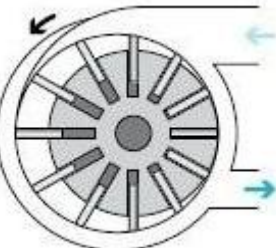
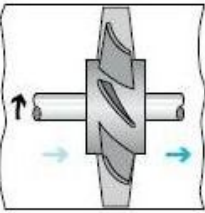

3.1. táblázat. Hidraulikus szivattyúk jellemzői

Szivattyú	Építési mód	Fordulat-szám tartomány [1/min]	Munka-térfogat [cm ³]	Névleges nyomás [bar]	Össz-hatásfok
	Külső fogas-kerekes	500...3500	1,2...250	63...160	0,8...0,91
	Belső fogas-kerekes	500...3500	4...250	160...250	0,8...0,91
	Csavar	500...4000	4...630	25...160	0,7...0,84
	Lapátos	960...3000	5...160	100...160	0,8...0,93
	Axiál-dugattyús	...3000	100	200	0,8...0,92
		750...3000	25...800	160...250	0,82...0,92
		750...3000	25...800	160...320	0,8...0,92
	Radiál-dugattyús	960...3000	5...160	160...320	0,90

Forrás: [35]

A pneumatikában az energiaforrás több részből tevődik össze: kompresszor, légtartály, levegő előkészítő egység. A sűrített levegőt a kompresszor állítja elő, amelyek fontosabb típusait és azok tulajdonságait a 3.2. ábra tartalmazza.

3.2. táblázat. Kompresszorok típusai és jellemzői

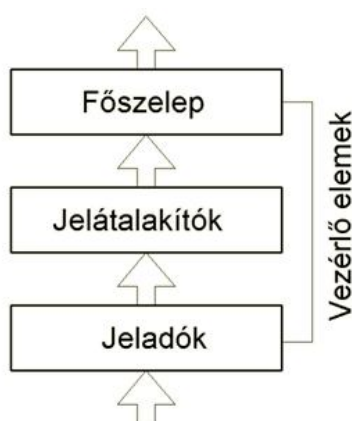
Térfogatkihasználás elvén működő kompresszorok	
	<p>Dugattyús kompresszor</p> <p>A dugattyú lefelé menetben a szívószelepen keresztül beszívja a levegőt, felfelé menetben sűríti, majd a nyomó szelepen kinyomja.</p> <p>Nyomás: egyfokozatú kompresszornál 600 kPa (6 bar) kétfokozatú kompresszornál 1500 kPa (15 bar)</p>
	<p>Csavarkompresszor</p> <p>A szívótorkon beszívott levegőt két csavar formájú kerék axiálisan mozgatja, nagy sebességgel a nyomóoldal irányába.</p> <p>Nyomás: kb. 1000 kPa (10 bar)</p>
	<p>Csúszólapátos kompresszor</p> <p>A csúszólapátok egy excentrikusan csapágyazott rotorban zárt cellákra osztja a kompresszor teret. Forgás közben a cella mérete csökken, ezáltal a levegőt összesűríti</p> <p>Nyomás: egyfokozatú kompresszornál 400 kPa (4 bar) kétfokozatú kompresszornál 800 kPa (8 bar)</p>
Áramlásdinamikai elven működő kompresszorok	
	<p>Axiál kompresszor</p> <p>A levegőt a gyorsan forgó lapátok radiális irányban felgyorsítják és az így keletkezett mozgási energiát nyomási energiává alakítják.</p> <p>Nyomás: kb. 600 kPa (6 bar)</p>
	<p>Radiál kompresszor</p> <p>A levegőt a gyorsan forgó lapátok radiális irányban felgyorsítják és az így keletkezett mozgási energiát nyomási energiává alakítják.</p> <p>Nyomás: többfokozatú kivitelnél kb. 1000 kPa (10 bar)</p>

Forrás: [30]

3.2. Vezérlő elemek

Az energiaforrásból érkező energia a vezérlő elemeken: a jeladón jelátalakítón és a vezérlő szelepen keresztül jut el a végrehajtó elemig (3.2. ábra), amely a tényleges munkát végzi.

A **jeladó** egyik szerepe, hogy információt szolgáltatson a berendezés pillanatnyi helyzetéről, másik szerepe pedig, hogy jeleket küldjön a végrehajtó elemek felé a működtetés meghatározott célja érdekében. A legáltalánosabban használt jeladók az útirányító szelepek.



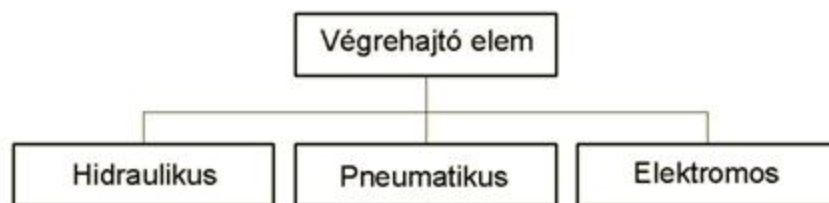
3.2. ábra. Vezérlő elemek

A jeladókból érkező jelek a **jelátalakító** egységbe érkeznek, ahol a beérkező jeleket megszűrik vagy megadott logikai sorrendbe rendezik a működtetés céljának megfelelően. Jelátalakító elemek lehetnek: VAGY szelep ÉS szelep, időzítő, számláló stb.

A jelátalakítóból kimenő jel közvetlenül a **főszelepre** (vezérlő szelep) kerül, amely működteti a végrehajtó elemet.

3.3. Végrehajtó elemek

A meghatározott munkavégzés céljából létrehozott gépben a tényleges munkát a végrehajtó elemek végzik. A végrehajtó elemek lehetnek hidraulikus, pneumatikus és elektromos meghajtásúak (3.3. ábra).



3.3. ábra. Végrehajtó elemek választéka



Adott feladathoz az energiaforrás és a végrehajtóelem helyes kiválasztása gondos elemzést igényel, amelyhez ismerni kell a hajtások - azon belül a végrehajtó elemek - előnyös és hátrányos tulajdonságait (3.3. táblázat).

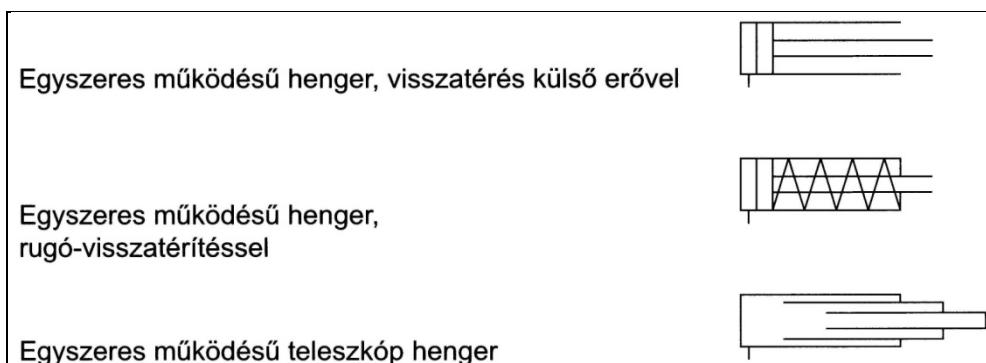
3.3. táblázat. Hajtások jellemzői

Jellemzők	Hidraulikus	Pneumatikus	Elektromos
Költségarányok	1	2,5	0,25
Tárolhatóság	Korlátozott (hidro-akkumulátorok)	Könnyű (légtartályok)	Nehéz (akkumulátorok)
Szállítás	100 m-ig $v=2-8$ m/s Jelsebesség: 1000 m/p	100 m-ig $v=20-40$ m/s	Korlátlan (veszteséggel)
Lineáris mozgás	Hidraulikus hengerek $p=600$ bar-ig Sebesség: $v=0,5$ m/s Erő: $F \leq 3000$ kN-ig	Pneumatikus hengerek $p=6$ bar Sebesség: $v=1,5$ m/s Erő: $F \leq 30$ kN	Ejektorok (Drága, kis ciklusszám, a sebesség szabályozása nehéz)
Forgómozgás	Hidromotorok (nagy nyomaték, alacsony fordulatszám)	Légmotorok (kis teljesítmény, nagy fordulatszám akár 500000 [1/perc])	Villamos motorok (egyszerű, olcsó, jó hatásfok, széles teljesítménytartomány)
Pozicionálás	0,1 μ m	0,1 mm	$\leq 0,1$ μ m
Értékmegtartás	jó	rossz (a levegő összenyomható)	jó
Környezeti hatások	Szivárgás lehet Tűzveszélyes Hőmérséklet-változásra érzékeny	Tiszta Robbanásbiztos Hőmérséklet-változásra nem érzékeny	Tiszta Robbanásveszélyes Hőmérsékletváltozásra kicsit érzékeny
Túlterhelés elleni biztonság	Megoldott	Túlterhelhető	Normál esetben nincs

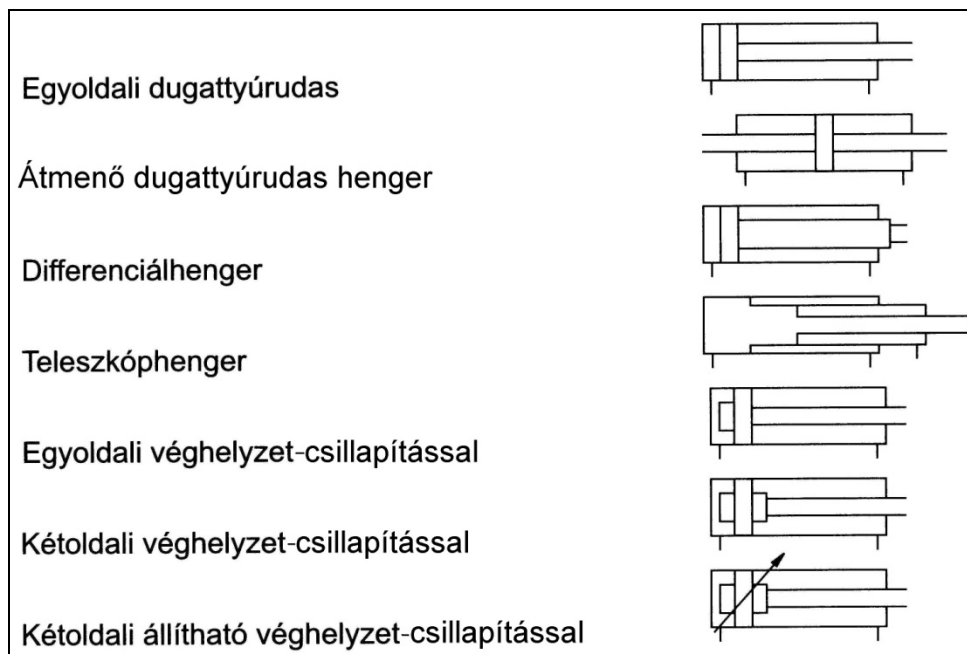
Forrás:[35]

Munkahengerek

A felhasználás és folyamatos fejlesztés során a hidraulikus és pneumatikus munkahengereknek számos fajtája alakult ki. A legjellemzőbb típusok jelképi jelölései a 3.4. és 3.5. ábrán láthatók.



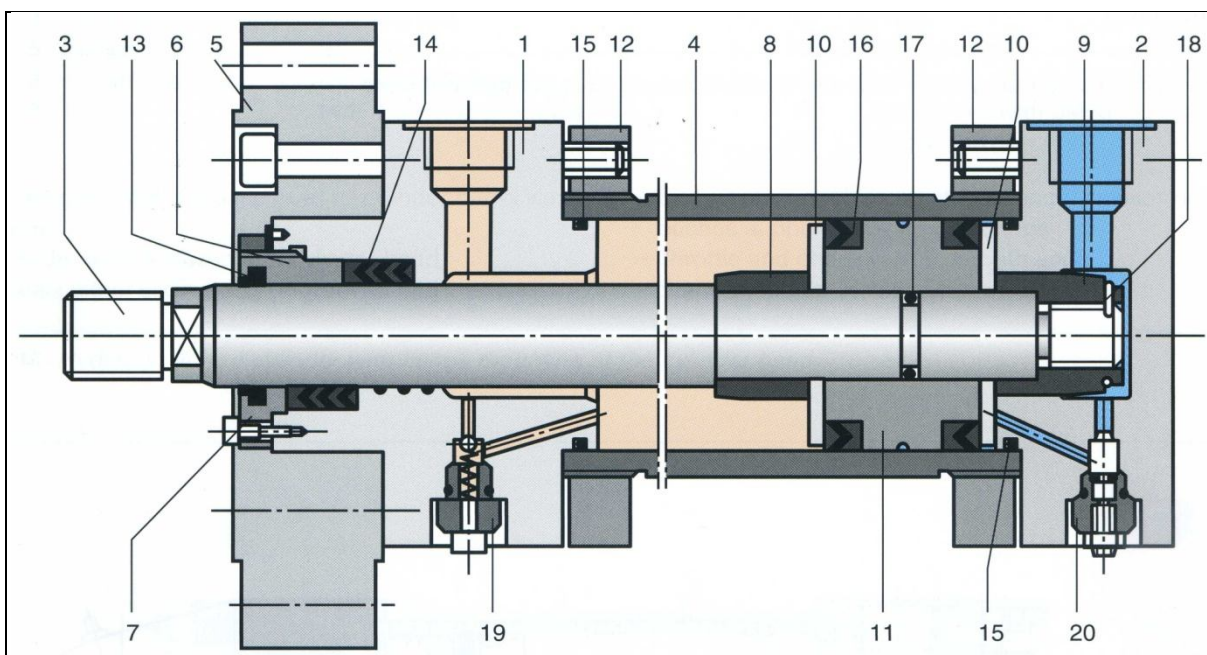
3.4. ábra. Egyszeres működésű munkahengerek



3.5. ábra. Kétszeres (kétoldali) működtetésű munkahengerek

A hidraulikus és pneumatikus elemeket és kapcsolási rajzokat jelképi jelölésekkel ábrázolják. A jelképi jelöléseket a DIN ISO 1219 szabvány rögzíti. A jelképi jelölések az adott elem funkciójára utalnak, de nem mondanak semmit a konstrukciós kivitelről. Gyakorlati alkalmazás esetén ezért fontos az elemek konstrukciós jellemzőinek megismerése is.

A kétoldali működésű hidraulikus munkahenger felépítése a 3.6. ábrán látható. Ennél a típusnál mindkét hengerfedél karimával van rögzítve a hengercsövön.



Forrás: [6]

3.6. ábra. A hidraulikus munkahenger részei

1 – első hengerfedél	8 – véghelyzet-csillapító gyűrű	15 – O-gyűrű
2 – hátsó hengerfedél	9 – véghelyzet-csillapító gyűrű	16 – dugattyútömítés
3 – dugattyúrúd	10 – tárcsa	17 – O-gyűrű
4 – hengercső	11 – dugattyú	18 – biztosító gyűrű
5 – karima	12 – karima	19 – légtelenítő szelep
6 – vezetőgyűrű	13 – szennylehúzó-gyűrű	20 – fojtószelep
7 – gyűrű	14 – dugattyúrúd tömítés	



4. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS RENDSZEREK

A pneumatikus és hidraulikus rendszerekben az elektromos vagy robbanómotor által betáplált energiát hidraulikus és pneumatikus végrehajtó elemek segítségével alakítanak mechanikai energiává (1.6. ábra)

A pneumatikus és hidraulikus erőátviteli rendszerekben az egyenesvonalú mozgásokat lineáris hajtóművekkel (hengerek), a forgó mozgásokat motorokkal valamint fordító hajtóművekkel valósítják meg.

4.1. Hidraulikus rendszerek

Hidraulikus berendezéseket az ipar számos területén alkalmaznak. A felhasználás két legjellemzőbb területei:

- telepített hidraulikus berendezések
 - gyártó- és szerelőgépek
 - szállítópályák
 - emelő- és szállító eszközök
 - prések
 - fröccsöntőgépek
 - hengersorok
 - felvonók
- mobil hidraulikus berendezések
 - emelőgépek, markolók, rakodógépek
 - mezőgazdasági gépek
 - emelő és szállítóeszközök
 - közlekedési eszközök, vízi járművek

A munkafolyamat során a hidraulikus berendezés felvett és leadott teljesítménye a rendszer veszteségei miatt nem egyezik meg. A leadott és felvett teljesítmény aránya a hatásfok (η). A gyakorlatban megkülönböztetünk a résvesztéséből adódó volumetrikus hatásfokot (η_v) és a súrlódás okozta hidraulikus-mechanikus hatásfokot (η_{hm}). A szivattyúk, motorok, hengerek teljesítmény átalakításánál fellépő összes veszteség az összhatásfokban ($\eta_{össz}$) jelenik meg, amely a következőképpen számítható:

$$\eta_{össz} = \eta_v \cdot \eta_{hm} \quad (4.1)$$

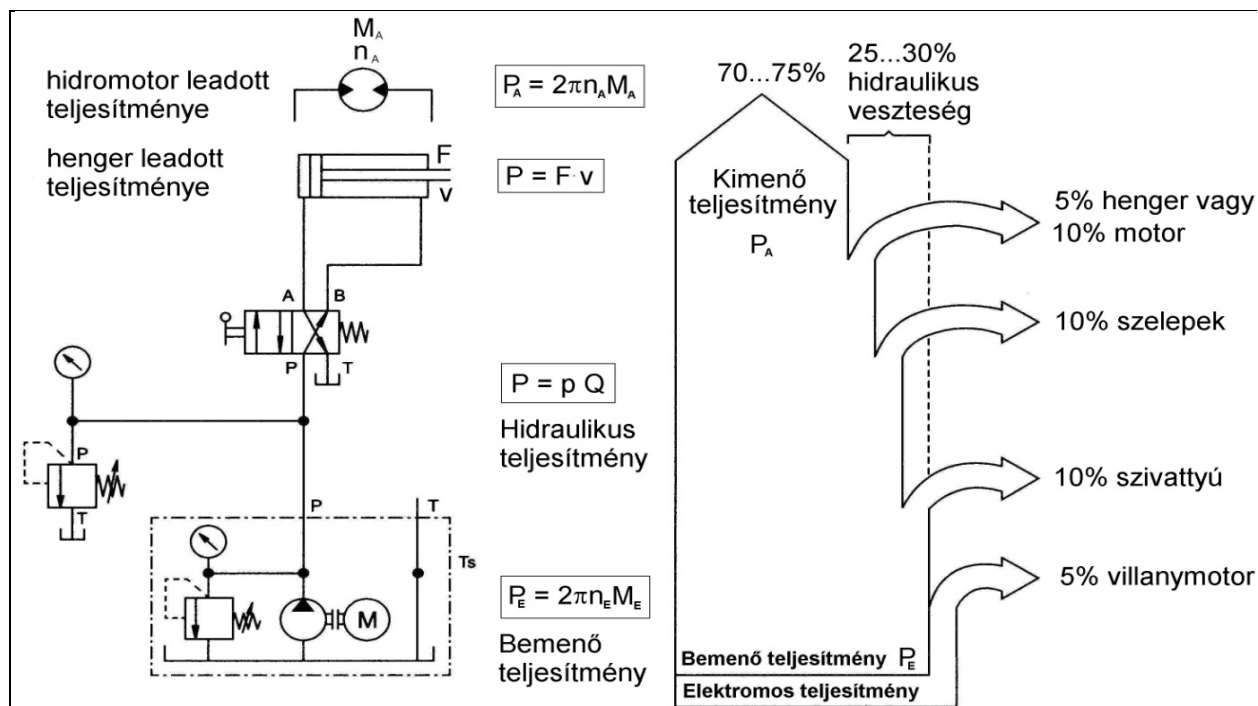
ahol:

η_{δ} - összhatásfok

η_v - volumetrikus hatásfok

η_{hm} - súrlódás okozta hidraulikus-mechanikus hatásfok

A 4.1. ábra egy hidraulikus berendezés jellemző teljesítmény és veszteségviszonyait szemlélteti.



4.1. ábra. Hidraulikus berendezés teljesítmény- és veszteségviszonyai [35]

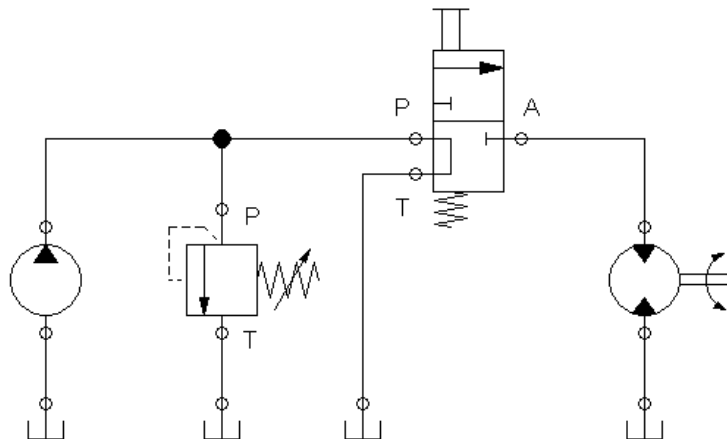
4.2. Hidraulikus körfolyamatok

A hidraulikus körfolyamatokat két csoportra oszthatjuk: nyitott szabályozási láncú és zárt szabályozási láncú körfolyamatokra.

A nyitott szabályozási láncú körfolyamatokban nincs visszacsatolás. A szivattyú egy tartályból látja el a rendszert olajjal, amely az útváltón és a hidromotoron keresztül áramolva visszajut a tartályba.

A rendszer megvalósítható állandó térfogatáramú vagy változtatható térfogatáramú szivattyúval.

Egy állandó térfogatáramú, nyitott szabályozási körű, hidraulikus rendszer kapcsolási rajza látható 4.2. ábrán. Az útszelep alaphelyzetében a teljes folyadékáramot visszavezeti a tartályba tehermentesítve ezzel a szivattyút. Nyitáskor a folyadékáram a hidromotorba áramlik, meghajtja azt, majd visszaáramlik a tartályba. Túlnyomás esetén a nyomáshatároló kinyit és az olajat visszavezeti a tartályba.

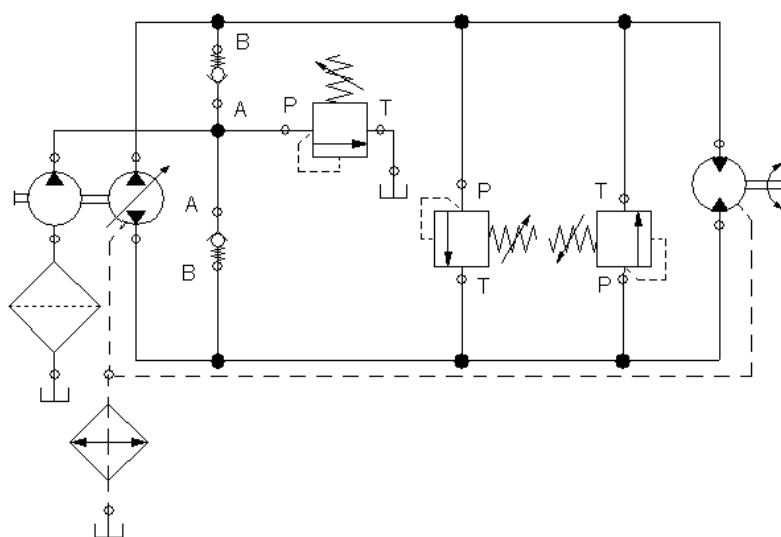


4.2. ábra. Nyitott szabályozási láncú hidraulikus rendszer

Zárt hidraulikus körfolyamatban nincs folyadéktartály, mivel a feltöltött rendszerben az olajat a főszivattyú állandó körforgásban tartja.

A szivárgási veszteségeket külön szivattyúval visszatáplálják a rendszerbe.

Egy zárt szabályozási körű hidraulikus rendszer kapcsolási ábrája látható a 4.3. ábrán. Mindkét forgásirányban használható, változtatható térfogatáramú szivattyú gondoskodik a hidromotor hajtásáról, amelynek tengelyére kapcsolt kisebb szivattyú pótolja a szivárgásból adódó veszteségeket.



4.3. ábra. Zárt szabályozási láncú hidraulikus rendszer



4.3. Munkafolyadékok

Hidraulikaolajok, hidraulikus munkafolyadékok a hidraulikus erőátvitel közegeként alkalmazott folyadékok gyűjtőneve. Fajtái a felhasználástól függően lehetnek kőolajtermékek, szintetikus folyadékok, glikolelegyek, emulziók sőt egyes esetekben víz is.

A hidraulika folyadék feladata:

- Az energia szállítása
- Az elemek korrózióvédelme és kenése
- Hőelvezetés

A hidraulika olajjal szemben támasztott követelmények:

- Optimális viszkozitás az adott felhasználási körülmények között
- Jó VT (viszkozitás-hőmérséklet) tulajdonságok
- Kopásgátló hatás, jó kenőképesség
- Jó oxidációs stabilitás
- Jó öregedésállóság
- Rozsdagátló hatás (jó korrózióvédelem)
- Habzástgátló hatás (Kicsi legyen a levegőtartalom, ne képezzen azzal tartós habot)
- Jó elválóképesség a levegőtől ill. víztől.
- Tömítőanyagokkal való jó összeférhetőség (ne támadja meg a tömítőanyagot)
- Dermedéspontja alacsony legyen
- Ne legyen tűzveszélyes
- Kicsi legyen a térfogatváltozása

A hidraulikus munkafolyadékok osztályozása ISO 6743-4 (DIN 51524)

4.1. táblázat. Könnyen gyulladó hidraulikaolajok

ISO-jel (DIN-jel)	Tulajdonságokra és összetételre utaló meghatározások	Szokásos viszkozitási osztályok ISO 3448	Szokásos alkalmazási hőmérsékletek °C
HH (H)	Adalékoltatlan kőolaj- finomítványból készült hidraulikaolajok	ISO VG 10, 22	20-70
HL...(HL)	Mint a HH jelű, oxidáció- és korróziógátló adalékkal	32, 46	20-70
HM (HLP)	Mint a HL jelű, kopásgátló adalékkal	6/8, 100	20-70
HV	Mint a HM jelű, 100 feletti viszkozitási indexszel	15, 32, 46, 68	20-70
...(HLDP)	Mint a HL jelű, DD adalékkal		
HS	Szintetikus alapú termék		



4.2. táblázat. Nehezen gyulladó hidraulikus olajok

ISO-jel (DIN-jel)	Tulajdonságokra és összetételre utaló meghatározások	Szokásos viszkozitási osztályok ISO 3448	Szokásos alkalmazási hőmérsékletek °C
HFA-E	Olaj a vízben emulzió (olajtartalom < 20%)	10, 15, 22, 32	5-55
HFA-S	Szintetikus olajok	10, 15, 22, 32	5-55
HFB	Víz az olajban emulzió (olajtartalom < 60%)	22, 32, 46, 68	5-60
HFC	Vizes polimeroldatok (víztartalom 35-55%)	15, 22, 32, 46	-30, +65
HFD	Vízmentes szintetikus folyadék	46, 68, 100	-20, +150
HFD-R	Foszfátészterek	46, 68, 100	-20, -150
HFD-U	Egyéb anyagok		

4.3. táblázat. Környezetkímélő termékek

ISO-jel (DIN-jel)	Tulajdonságokra és összetételre utaló meghatározások	Szokásos viszkozitási osztályok ISO 3448	Szokásos alkalmazási hőmérsékletek °C
(HETG)	Növényolaj alapú környezetkímélő termékek	15, 22, 32, 46	-18, -80
(HEPG)	Poliglikol alapú környezetkímélő termék	22, 32, 46	-22, -80
(HEES)	Szintetikus észter alapú környezetkímélő termék	22, 46	-22, -80

4.4. táblázat. Nem gyulladó hidraulikus folyadék

ISO-jel (DIN-jel)	Tulajdonságokra és összetételre utaló meghatározások	Szokásos viszkozitási osztályok ISO 3448	Szokásos alkalmazási hőmérsékletek °C
	Víz		5-50



A munkafolyadékok hűtése

A hidrosztatikus körfolyamokban jelentős mennyiségű hőtermelő elem van ezért üzem közben a munkafolyadékot hűteni kell. Nyitott körfolyamú rendszereknél gyakran elegendő a tartály méretét úgy megválasztani, hogy az elvezesse a keletkezett hőt, de nagyobb teljesítményű rendszerekben hőcserélőt kell alkalmazni. Nyitott körfolyamokban szempont, hogy a hőcserélőben a nyomások minél kisebbek legyenek ezért a hőcserélők beépítése a következő helyekre javasolt:

- visszafolyó-vezetékbe
- a résolajvezetékbe
- a segédvezetékbe
- a tartályba

A beépítés helyét alapvetően a keletkezett hő mennyisége határozza meg. A hőcsere pedig függ az áramló közeg mennyiségétől.

Kedvező beépítési helye a hőcserélőnek a **visszafolyó vezeték**. Hátránya viszont, hogy ebben a körben általában változik a térfogatáram és emiatt a hűtés nem egyenletes. A változó térfogatáram hatására a hőcserélőn változik a nyomásesés is, amelynek mértéke nem haladhat meg egy határértéket. Ellenkező esetben a hőcserélőt védeni kell egy vele párhuzamosan kapcsolt nyomásirányítóval.

Kis mennyiségű elvezetendő hő esetén a **résolajvezetékbe** történő beépítés ajánlott, mivel ebben a vezetékben kicsik a térfogatáramok.

A **segédkörbe** akkor érdemes hőcserélőt építeni, ha az egyéb okok miatt is (pl. szűrés) rendelkezésre áll vagy a visszafolyó vezetékben a térfogatáram jóval nagyobb, mint amennyi a hőelvezetéshez szükséges.

A **tartályba** épített hőcserélőknél a hűtés hatásossága nagymértékben függ a tartályban lévő folyadék mozgásától, keveredésétől, amely a tartály kialakításával befolyásolható.

A hőcserélők típusai a hűtőközeg szempontjából

- Levegő-olaj hőcserélők
- Víz-olaj hőcserélők

A víz-olaj hőcserélők fajlagos hőátadása nagyobb, mint a levegő-olaj hőcserélőké, ezért minden olyan helyen célszerű előnyben részesíteni, ahol hűtővíz rendelkezésre áll. Használata stabilan telepített hidraulikus rendszerekre jellemző.

A levegő-olaj hőcserélőket kisebb teljesítményigényű rendszerekben alkalmazzák. Hátrányuk, hogy zajosak. Jellemző felhasználási területük a mozgó hidraulikai rendszerekben.

4.4. Szűrők

A hidrosztatikus rendszerekben a megbízhatóság és élettartam szempontjából fontos, hogy mindig tiszta legyen a munkafolyadék. A munkafolyadék minőségét gáznemű, cseppfolyós és szilárd szennyeződések rontják, amelyek közül szűréssel a szilárd részecskék távolíthatók el. A szilárd részecskék egy része az ún. kezdeti



szennyeződés, amely a hidrosztatikus körbe épített elemek gyártásánál ill. szerelés során kerül a rendszerbe. A szennyeződés másik része az üzembe helyezés és az üzemeltetés során magában a rendszerben keletkezik vagy a környezetből kerül a rendszerbe.

A szennyeződések okai

- A feltöltéshez használt folyadék nem elég tiszta.
- A mozgó fémes alkatrészek kopnak.
- A tömítések, tömlők és egyéb alkatrészek felületéről, anyagából részecskék válnak le.
- A munkafolyadék elhasználódik, kémiai összetétele megváltozik (pl. szenesedik).
- A nagy áramlási sebesség miatt erózió lép fel.
- Kavitáció keletkezik.
- A tartály nem megfelelően tömített.
- A dugattyúrúdra, kezelő vagy kijelző alkatrészekre rakódó szennyeződés a tömítésen keresztül bejut a rendszerbe.
- A szennyező részecskék szekunder szennyeződést hoznak létre.

A munkafolyadék tisztasági osztályai

A munkafolyadék szennyezettségét a szennyező részecskék száma és mérete együttesen jellemzik. Minősítésüket tisztasági osztályba sorolással adják meg. A leggyakrabban használt amerikai szabvány szerinti besorolás az SAE, amely hét osztályba sorolja a munkafolyadékot. A szakirodalom szerint az elemek élettartama akkor megfelelő, ha a munkafolyadék az SAE 4 vagy ennél alacsonyabb osztályba sorolható. A kereskedelem által forgalmazott hidraulika olajok az SAE 6 osztálynak felelnek meg, tehát a rendszerbe való betöltés előtt ajánlatos szűrni azokat. Amennyiben sikerül a hidraulika rendszer kezdeti szennyeződését alacsony szinten tartani, akkor a szennyező részecskék számának emelkedése kevésbé várható azok újratermelődése miatt.

Szűrőfajták és feladatuk

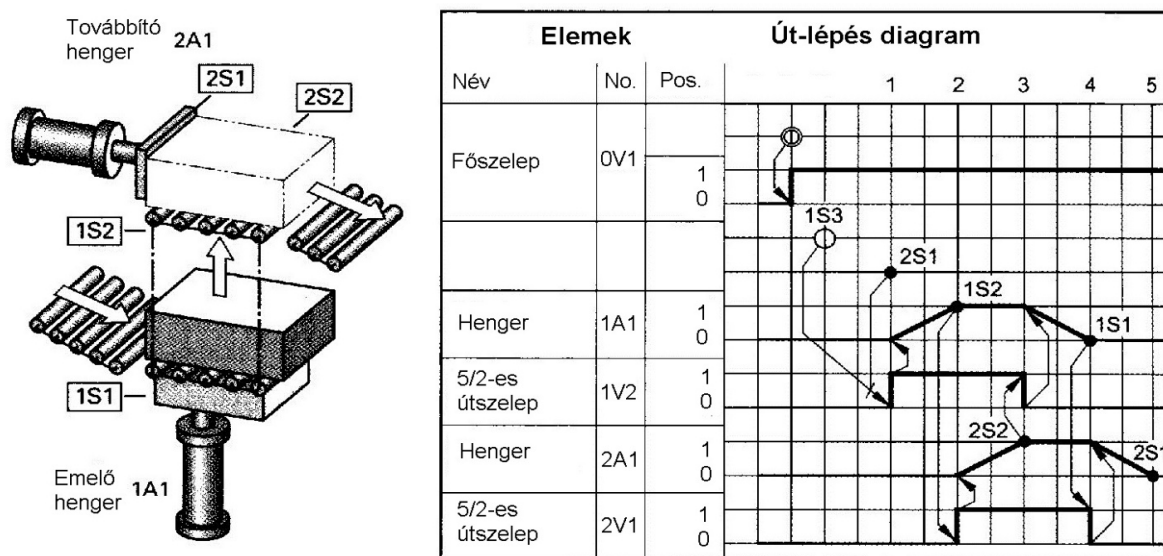
A szűrők feladata, hogy a munkafolyadék tisztaságát megvédje és folyamatosan fenntartsa a hidraulikus rendszer működése közben. Ezt a feladatot a szűrők többféleképpen képesek elvégezni, amely a kialakításukban és beépítésükben is megmutatkozik.

Legfontosabb szűrőfajták:

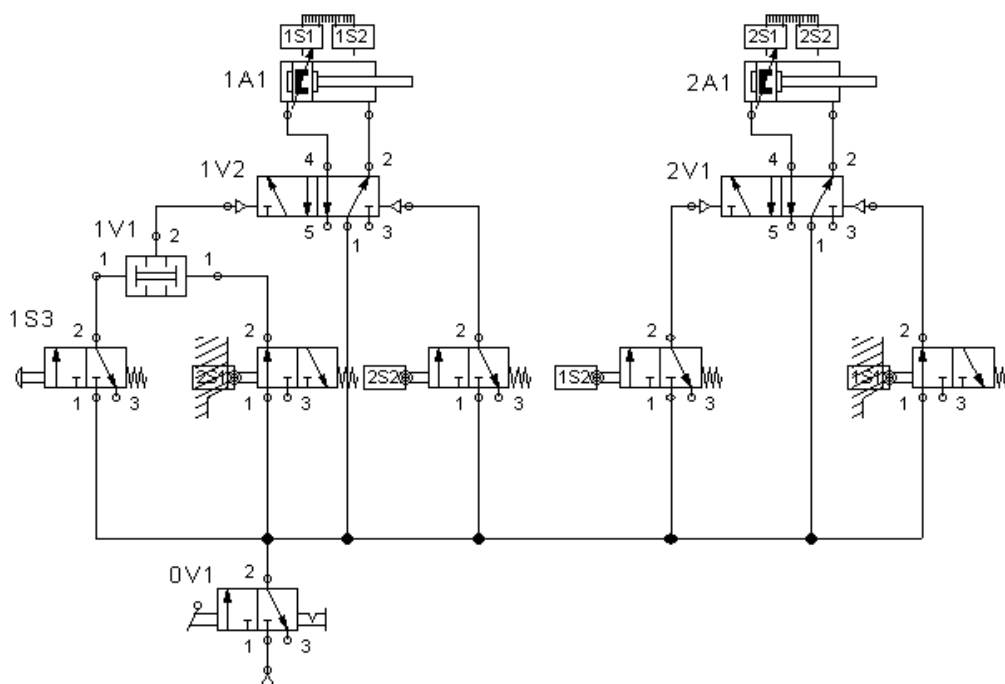
- Légszűrő: a beáramló levegő szűrésére. Szokásos szűrési finomság 5...50 μm .
- Beöntő szűrő: a hidraulika olaj beöntésekor megakadályozza a szennyezőanyagok bejutását a rendszerbe.
- Szívóági szűrő: feladata a szivattyú közvetlen védelme. Vigyázni kell, hogy beépítése ne okozzon kavitációt.
- Nyomóági szűrő: a fokozottan érzékeny hidraulikus elemek védelmére szolgál.
- Visszafolyóági szűrő: leggyakrabban alkalmazott szűrőtípus. Térfogatárama többszörösen meghaladja a szivattyúét.

4.5. Pneumatikus rendszerek

A pneumatikus rendszereket általában az anyagmozgatás területén használják. Erre mutat példát a 4.4-4.5. ábrán látható: pneumatikusan vezérelt csomagemelő berendezés kapcsolási rajza és út-lépés diagramja.



4.4. ábra. Pneumatikusan vezérelt csomagemelő berendezés út-lépés diagramja [41]



4.5. ábra. Csomagemelő berendezés kapcsolási rajza [41]

5. KAPCSOLÁSI RAJZ SZIMBÓLUMAI

A hidraulikus és pneumatikus elemeket jelképi jelöléssel jelölik, amelyek segítségével lehet megtervezni a kapcsolási ábrákat. A legfontosabb jelképi jelöléseket a 5.5-5.8. táblázatok tartalmazzák.

5.1. táblázat. Hidraulikus és pneumatikus elemek rajzjelei (MSZ 12877)

Alapjelek					
	Folyadékáram		Áramlási irány		Forgási irány
	Levegőáram		Állíthatóság		Vezeték összeköttetés
Energiaforrás elemei					
	Hidraulikus energiaforrás		Olajtartály		Szűrő
	Pneumatikus energiaforrás		Légtartály		Víz leválasztó
	Hidraulikus szivattyú		Hidraulikus akkumulátor		Szárító
	Kompresszor		Levegő előkészítő egység		Olajozó
Végrehajtó elemek					
	Hidraulikus motor		Hidraulikus forgatómű		Egyszeres működésű henger
	Pneumatikus motor		Pneumatikus forgatómű		Kettős működésű henger
	Átmenő dugattyús henger		Ikerhenger		Dugattyúrúd nélküli henger
Áram- és nyomásirányítók					
	Visszacsapó szelep		VAGY szelep		Gyorsleürítő szelep
	Vezérelt visszacsapó-szelep		ÉS szelep		Időszelep
	Fojtás, nem állítható		Fojtás, állítható		Fojtó-, visszacsapó szelep

	Nyomáshatároló, hidraulikus		Nyomáshatároló, vezérelt		Nyomás szabályozó, pneumatikus
--	--------------------------------	--	-----------------------------	--	--------------------------------------

5.2. táblázat. Útirányító szelepek jelölése

	2/2-es szelep, alaphelyzetben nyitott		4/2-es szelep áramlási irány 1 → 2 és 2 → 4
	3/2-es szelep, alaphelyzetben zárt		5/2-es szelep áramlási irány 1 → 2 és 4 → 5
	3/2-es szelep, alaphelyzetben nyitott		5/3-as szelep, középállásban zárt

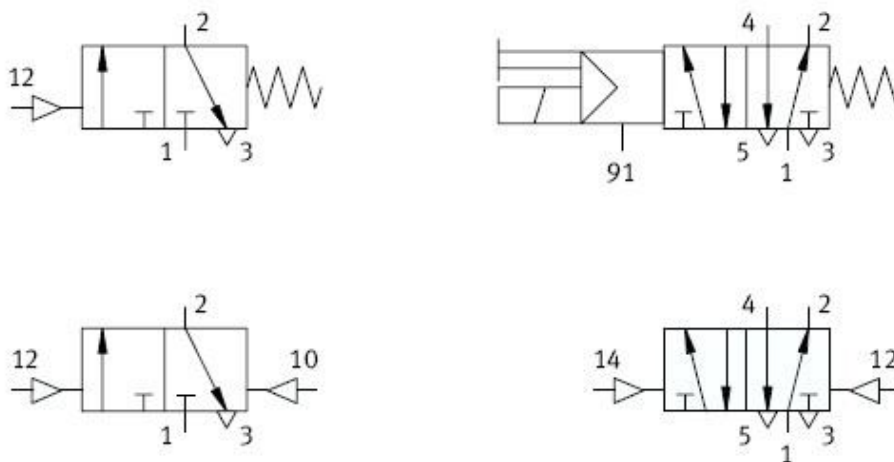
5.3. táblázat. Útirányító szelepek működtetési módjai

Izomerővel történő működtetés			
	általános, kézi		kézikaros, rögzíthető
	nyomógombbal működtetett		pedállal működtetett
	kézikaros		
Mechanikus működtetés			
	érintőcsapos		rugóvisszatérítésű
	görgős, mindkét irányban működtethető		rugó központosítású
	görgős, csak egy irányban működtethető		
Pneumatikus működtetésű			
	közvetlen működtetésű		elővezérelt, működtetésű
Elektromágneses működtetésű			
	egyoldali		kétoldali

5.4. táblázat. Csatlakozások jelölése

Csatlakozások	DIN ISO 5599-3	Egyéb
Energiaforrás	1	P
Kimenet (munka csatlakozás)	2, 4	A,B
Leszellőzés	3,5	R,S
Működtetés (vezérlés)	10,12,14,91	X,Y,Z

A 5.1. ábrán a pneumatikus útirányító szelepek csatlakozásainak jelölése látható különböző működtetési módok esetén.



5.1. ábra. Pneumatikus útirányító szelepek csatlakozásának jelölései



6. TALAJMŰVELÉS GÉPEI

A talajművelés célja a kultúrnövények számára optimális talajállapot biztosítása mechanikus úton, illetve a megfelelő talajszerkezet kialakítása. A talaj hő-, levegő- és vízháztartásának befolyásolása, gyomirtás, gyökér- és számaradványok bedolgozása a talajba.

A talajművelés alapműveletei és gépei a következők:

- Forgatás: eke
- Keverés: tárcsa, talajmaró, borona
- Lazítás: talajlazító, kultivátor
- Aprítás, porhanyítás: tárcsa, borona
- Tömörítés: henger
- Felszínelakítás: simító, egyengető, szántáselmunkáló talajművelő eszközök

6.1. Ekék

Az ekék fő művelete a forgatás, mellékműveletei a keverés, lazítás, gyomirtás.

Az ekék fő típusai:

Csoportosítás a forgatás iránya szerint:

- Ágyeke: csak jobbra forgat
- Váltvaforgató eke: jobbra és balra forgat

Csoportosítás a munkamélység szerint:

- Sekélyszántó: $a < 20$ cm
- Középmély szántó: $a = 21-26$ cm
- Mélyszántó: $a = 27-32$ cm
- Mélyítő szántó: $a = 33-45$ cm
- Rigoleke: $a > 45$ cm

Csoportosítás az eke és a traktor kapcsolás kialakítása szerint:

- Függesztett
- Félig függesztett

Az ekék szerkezeti kialakítása: (6.1 ábra)

Ekevas: Az ekevasak a talajszelvény vízszintesen vágják ki, önélező, vagy élezhető eszközök, amelyeket gyakran látnak el behúzó orral, amely növeli az ekevas élettartamát is.

Az ekevasak csoportosítása anyaguk szerint.

- Acél: 4-5 ha
- Élfelrakott: 30-40 ha
- Cserélhető lapkás

Az ekevasak csoportosítása kialakításuk szerint.

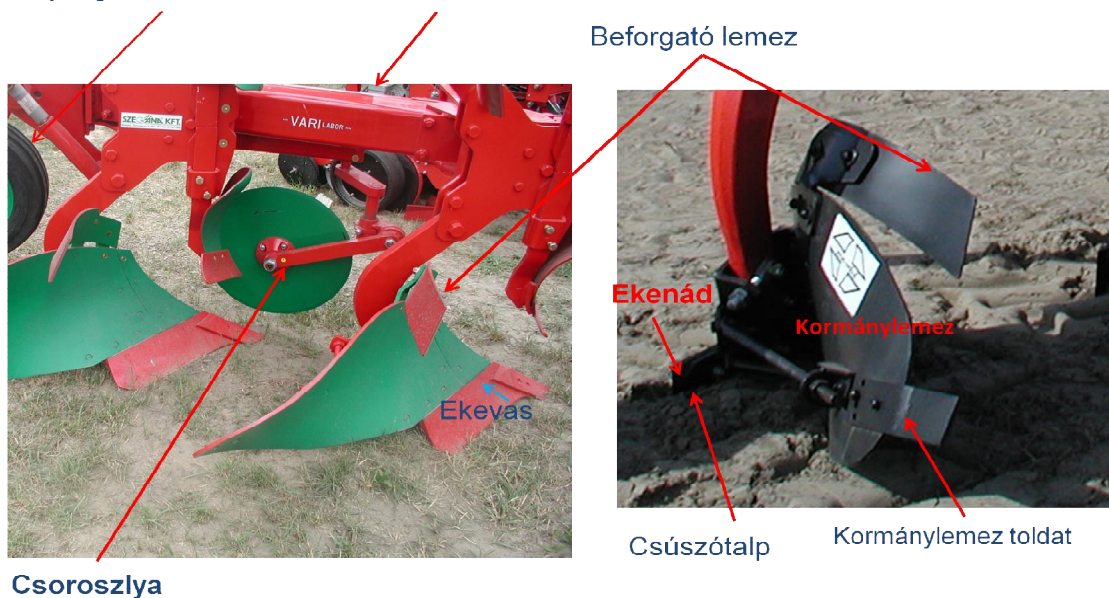
1. Trapéz: laza és közép kötött, jól művelhető talajra
2. Orros: közép kötött és kötött, erősen köves talajra.
3. Cserélhető vésős, lapkás: erősen kötött, köves talajra.
4. Kivágott: közép kötött és kötött talajra

Kormánylemez: A kormánylemez a kivágott talajszelvény átfordítását végzi. Anyaga: Acél (400...600 ha), műanyag (jobb csúszási tulajdonság).

Típusai: (alak szerint)

1. Kultúr: Homok, homokos vályog talaj esetén. Beomlott barázdakép jellemző rá. A traktor sebessége rendszerint: $v=4-5$ km/h.
2. Univerzális: Homokos vályog, vályog talaj esetén. Rögös barázdakép jellemző rá. A traktor sebessége rendszerint: $v=5-6$ km/h.
3. Félig csavart: Vályog, agyag talaj esetén. Egyenetlen barázdakép jellemző rá. A traktor sebessége rendszerint: $v=7-8$ km/h.
4. Csavart: Gyep talaj esetén. Éles, határozott barázdakép jellemző rá. A traktor sebessége rendszerint: $v=10-12$ km/h.

Mélységhatároló kerék **Gerendely:** méretét mm-ben adják meg pl. 150 x 150 mm



6.1 ábra: Az ekék szerkezeti kialakítása [10]

Csoroszlya: feladata: barázdaszél bevágása. Utolsó eketest előtt mindenképpen szükséges a használata. Fő típusai: 1. tárcsás csoroszlya 2. késcs csoroszlya.



Mélységhatároló kerék: az eke munkamélységét szabályozza, kb. 2cm-re benyomódik a talajba.

Ekenád: az oldalirányú erőket fogja fel

Csúszótalp: a függőleges erőket fogja fel.

Az elő hántó: feladata, a talaj felső rétegének a barázdafenékre forgatása. Javul a minőség!

Az ekék vontatásának erőszükséglete, teljesítményszükséglete:

Az ekék vontatásának erőszükséglete:

$$F = k \cdot a \cdot b \cdot n \quad (1.1)$$

ahol: F az ekék vontatásához szükséges erővektor [N], $k = <3...6>$ fajlagos talajellenállás [N/cm^2], a a szántási mélység [cm], b a szántás fogásszélessége [cm] és n az eketestek száma

Az ekék vontatásának teljesítményszükséglete:

$$P = F \cdot v \quad (1.2)$$

ahol: P az ekék vontatásához szükséges teljesítmény [W], F az ekék vontatásához szükséges erővektor [N], v a traktor sebessége [m/sec]

A barázda átfordulás feltétele normál szántásnál:

$$b/a = 1,41 \quad (1.3)$$

ahol: a a szántási mélység [cm], b a szántás fogásszélessége [cm]

A barázda átfordulásának feltétele határhelyzetben:

$$b/a = 1,27 \quad (1.4)$$

ahol: a a szántási mélység [cm], b a szántás fogásszélessége [cm]

Az ekék ekefej biztosításai:

Az ekefejeket törés ellen védeni kell. Az ekefej biztosítások típusai:

1. Nyírócsapszeges
2. Félautomata
3. Automata (rugós illetve hidraulikus megoldású is lehet)

Függesztett ekék beállításai:

1. keresztirányú vízszinteség beállítása (FÜGGESZTŐRÚD)
2. hosszirányú vízszinteség beállítása (TÁMASZTŐRÚD)
3. a szántási mélységállítás (MÉLYSÉGHATÁROLÓ KERÉK)

4. első eketést fogási szélességének beállítása (EKETENGELY, HIDRAULIKUSAN)
5. traktor utánjárás beállítása (EKETENGELY, HIDRAULIKUSAN)

Szántási módok:

1. Szántás ágyekével:

- összeszántás
- szétszántás
- javított ágyzántás

2. Szántás váltva forgató ekével:

- rónaszántás

Szántás elmunkálók:

A szántáselmunkálók alkalmazásával a talajfelszín lezárásával, egyengetésével kedvező állapotban marad a szántás után, együtt alkalmazva a szántással energia takarítható meg. A szántáselmunkálók általában mélytömörítő hengerekből a szántáskor keletkezett üregek megszüntetése, és rögtörő hengerekből állnak.

6.2. Tárcsás talajművelő gépek

A tárcsás talajművelő gépek feladatai:

Keverés, lazítás, a talajon lévő szármaradványok aprítása, talajba keverése, alapművelés elmunkálása, tarlóhántás. (6.2 ábra)

- Szántást is helyettesítheti (vonóerő igénye 1/3-a a szántásénak) Nagyobb tömegű és tárcsaátmérőjű változatai a nehéz tárcsák, amelyek szántás helyettesítésre is alkalmasak.
- Üzemeltetési sebesség 8 - 10 km/h
- Haladási irányban bezárt szög: 18 - 24 fok



6.2 ábra: X – tárcsás talajművelő gép [10]



Tárcsalevél:

Vastagsága: $v=3-5$ mm , Átmérője: $D=400-600$ mm

A tárcsalevelek mérete a művelési mélységhez igazodik (a művelési mélység a tárcsa átmérőjének $\sim 1/3$ -a lehet). Munkamélységüket tömegük és a beállítás szöge, az üzemeltetés sebessége és a talajjellemzők határozzák meg

Típusaik:

1. Gömbsüveg alakú tárcsalevél.
2. Kúpos alakú tárcsalevél.
3. Csipkés élű tárcsalevél.

A jó szármaradvány aprítás érdekében a csipkés és a sima élű tárcsaleveleket egy gépen belül is kombinálják úgy, hogy egyik tagon sima élű, a másikon csipkés élű tárcsaleveleket alkalmaznak.

Tárcsatag:

A tárcsalevelek egymástól szabályos távolságra helyezkednek el egy csapágyazott tengelyen és a talajba hatolva haladás közben forognak. A gömbsüveg alakú tárcsák a talajba hatolás következtében végeznek forgó mozgást.

Csipkézettség: A második tárcsatag az elsőhöz képest egy fél osztással el van tolva, így a barázdafenék csipkézettsége csökken.

Tárcsatagok elrendezése:

- X -tárca: Az X elrendezésű tárcsás borona állítható szögű tagokból áll. Egy tagon 8-10 tárcsalevél van
- V -tárca: A V elrendezésűeket elsősorban szőlőben sorközművelésre, illetve nehéz tárcsaként használják.

Tárcsás boronák:

1. Általában az első tárcsasor csipkés a második sima élű.
2. Az egymás mögött és mellett elhelyezett tárcsatagok ellenkező irányba forgatnak.
3. A tárcsatagok szögállása a művelési mélységtől és a talaj kötöttségétől függ.
4. A hátsó tárcsatag szélső tárcsalevele kisebb átmérőjű (sekélyebb barázdát hagy).

Rövid tárcsák:

1. Nagy munkasebességgel használják,
2. $v: 9 - 14$ km/h, ezért gyorstárcsának is nevezik
3. Egyedileg felfüggesztett tárcsalevelek
4. Nincsenek átlós elrendezésű tárcsatagok
5. Kisebb átmérőjű tárcsalevelek, sűrűbb osztásban,
6. A teljes talajfelszínt átműveli
7. Lezáró, tömörítő hengerek

Ásóboronák:

Feladata: porhanyítás, aprítás, keverés. A legjobb talajba keverő eszköz.



6.3. Boronák

Feladata: felület egyengetés, szántás elmunkálás, rögtörés

Típusaik:

Passzív boronák: a traktor csak vontatja a boronát.

1. Fogas borona
2. Rugós borona
3. Kanalas borona

Aktív boronák: a traktor nem csak vontatja a boronát, hanem meghajtja a boronafogakat, így azok a haladási irányra merőleges mozgást is végeznek. A TLT-ről hajtott gép munkamélysége 15-20 cm, haladási sebessége 6-8 km/h.

Lengő borona: a művelést végző boronafogakat két párhuzamos, egymással szemben vízszintes síkban lengőmozgást végző gerendelyen helyezik el.

Forgó borona: esetén a művelő eszköz egy forgó tárcsán elhelyezkedő erős fog pár. Az egyes művelő elemek átfedik egymást.

6.4. Talajmaró

Munkavégző eszköz: TLT-ről hajtott, késekkel felszerelt rotor, amely a talajból meghatározott mélységben szeleteket vág ki. Főleg kertészetekben használják (aprómagvaknak jó). Legnagyobb energiaigényű, de nincs vonóerő igénye.

A rotor fordulatszáma:

1. Kertészeti talajmaró: $n=200-250$ 1/min
2. Szántóföldi talajmaró: $n=60-80$ 1/min

6.5. Hengerek

Feladatuk: Talajfelszín tömörítése, rögtörés (6.3 ábra)

Sima henger: kisebb átmérő...nagyobb tömörítés, de vonóerő igénye nagyobb. Minimális átmérő = 40..50 cm x 1,1m hosszú.

Gyűrűs henger: rögtörő hatás jó. Két sor eltolt egymáshoz képest fél osztással el van tolva. Általában 1,4m hosszú.

Cambridge henger: jó tömörítő rögtörő hatás

Crosskill henger: kiváló rögtörő hatás

Güttler henger: kiváló rögtörő hatás

Cambell henger: jó mélytömörítő, szántáselmunkáló hatás



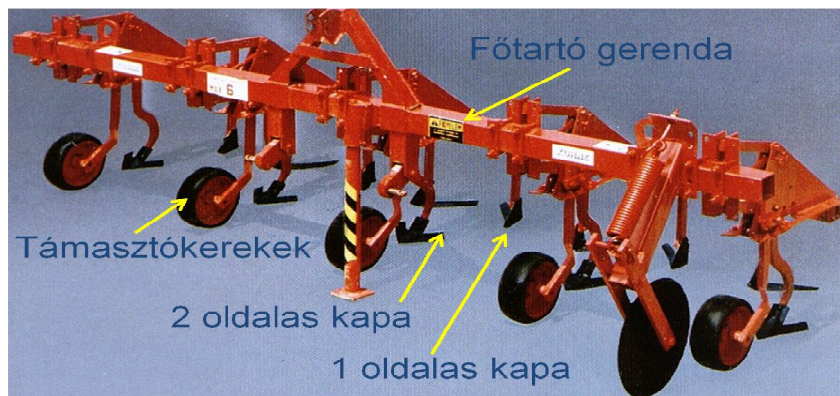
6.3 ábra: Hengerek [10]

6.6. Hengerborona

A magágy készítés utolsó tagja. Vetési mélységben tömöríti a talajt, így a vetőgép csoroszlyáit jól vezeti ez a réteg. A talaj hajszálcsoveit elmetszve, vetési mélységben nedves talajréteg alakul ki, amely kedvező a vetőmag keléséhez. A hengerborona pálcák forgás közben visszalazítják a vetési mélység felett lévő talajszelvényt. Munkasebessége: $v=12\ldots14$ km/h.

6.7. Sorközművelő kultivátor

Feladata: kapás növények sorközének lazítása, gyomirtása, ha van kultúrnövény a művelt területen. Munkasebessége: $v=4\ldots6$ km/h. Fő művelet a gyomirtás. Mellék művelete a lazítás. Művelő szerszámuk az egyoldalas kapák és lúdtalp alakú 2 oldalas kapák. (6.4 ábra)



6.4 ábra: Sorközművelő kultivátor [10]



A kultivátorozást ott kell kezdeni ahol a vetés kezdődött. A kultivátorozott sorok száma egyezzen meg az egy menetben vetett sorok számával. A védősáv a traktor középvonalától kifelé haladva általában 1-1 cm-el nő. Védősáv= 2x10 cm, 2x11 cm, 2x12 cm.

6.8. Szántóföldi kultivátor

A szántóföldi kultivátorokat elsősorban tarlóhántásra, gyommentesítésre, szántás elmunkálásra alkalmazzák. Amennyiben gyomirtás is párosul a lazítással, úgy lúdtalp alakú kapákat alkalmaznak, és azokat átfedéssel szerelik.

Típusaik:

Szántóföldi könnyű kultivátor: (művelési mélység 5...15 cm). Művelő szerszámaik merev, fél merev vagy rugós kivitelű kapák. A művelő eszközök felfüggesztése rugós, ami a kapákat munka közben rezgésbe hozza, ezzel javítja a lazító munkát. A szántóföldi kultivátor rendeltetése a szántott terület felszíni elmunkálása, a vetőágy előkészítése. Laza talajon tarlóhántásra is használható.

Nehéz kultivátorok: (művelési mélység 10...35 cm). A nagyobb művelési mélység (szántást helyettesíthetnek) miatt robosztus felépítésűek. Szántás nélküli, energia- és menetszám takarékos alpművelés egyik legfontosabb eszköze. Sokoldalú eszköz. Ha egy húzásban nem megy a kívánt művelési mélység, egymással szöget bezáró húzásokban, 1..2 hetet kivárva. Elvégzett alpműveletek: Lazítás, Keverés. Felszínalakítás – egyengető tárcsasorral. Visszatömörítés – lezáró hengerrel. A kaptípusok rendszerint cserélhetők.

Szárnycsapatok

- Sekélyebb művelésre 10-20 cm
- Tarlóhántásra, tarlóápolásra
- Talaj teljes felületét átdolgozza

Keskenyebb profilú kapák

- Mélyebb művelésre 20-35 cm
- Alpművelésre

Kapabiztosítások: nyírócsapszeges, laprugós, rugós.

Középmély lazító: (művelési mélység 30...50 cm). Száraz talaj esetén. Altalaj tömörödés ellen: eketalpbetegség jól kezelhető vele. A közép mély lazítók a rendszeres, azonos mélységben végzett szántás, valamint a talajtaposás következtében létrejött talaj tömörödés megszüntetését segítik elő.

Mélylazító: művelési mélység 50 - 90 cm, 5...6 évenként használatosak. Vízgazdálkodás javítására jól alkalmazhatóak. Általában vibrációs, mozgó művelő elemekkel rendelkeznek (repezteti a talajt).

6.9. Kombinált talajművelő gépek

A különféle talajművelő eszközök összeállításával minél kevesebb menetben, lehetőleg egy gép csoportban legyenek elvégezhetőek a vetést megelőző munkák, csökkentve ezzel a felhasznált energiát és mérsékelve a talajtaposást.

Könnyű magágy készítők:

A legegyszerűbb kombinált gépek közé tartoznak a kombinátorok (kombinált magágy készítők), amelyeket elsősorban a tavaszi vetésű növények magágy készítéséhez alkalmazzák. A hagyományos kombinátorokhoz képest, amelyekben a lazító eszköz után magágy készítő hengerboronát alkalmaztak, manapság a lazító eszközöket elől – hátul megtámasztják, általában hengerboronákkal. (6.5 ábra)



6.5 ábra: Könnyű magágy készítő [10]

Nehéz magágykészítők:

Elsősorban őszi vetésű növények alá készítenek vetőágyat. Tekintettel a száraz kemény talajra, felépítésük változatos és összetett. Mindig tartalmaznak rögtörő munkaeszközt, hogy a gép rögtörő munkája intenzív legyen. Rögrendező is gyakori, amely a következő rögtörő egység előtt a rögöket egyenletesen elrendezi és rögzíti a talajba. A rögrendezőt valamilyen rögaprító szerkezet, rövid tárcsa követi. A gépkombinációt általában rögaprító, tömörítő hengerek zárják, amelyeket hengerborona egészíthet ki. Egy menetben képesek megfelelő magágy készítésre.

Mulcskészítő gépek:

Egyéb talajművelő gépek kombinációja is használatosak, például aktív gépek, rögtörő, tömörítő hengerek és hengerboronák kapcsolata, amelyek szintén egy menetben készítenek vetőágyat. A mulcskészítő gépek esetén a nehéz magágy készítők kiegészülnek nehéz kultivátorral, vagy tárcsás boronákkal így a gépkombináció az alpművelést is elvégzi, tehát a vetőágy készítés szántatlan területen is elvégezhető egy menetben.

7. VETÉS GÉPEI

Feladata: a vetőmag talajba juttatása az előírt mennyiségben, mélységre és tőtávra.

A vetés fő jellemzői: a kivetett magmennyiség: (kg/ha, vagy db/ha, vagy db/m), valamint a vetőgépeken beállítandó jellemzők a sortáv, a tőtáv és a vetési mélység.

Vetőgépek csoportosítása: (mindhárom változat lehet mechanikus vagy pneumatikus kivitelű).

1. Sorvető gépek (gabonavető) magszám > 200.000 mag/ha
2. Szemenkénti vetőgépek magszám < 200.000 mag/ha
3. Szórva vető gépek

7.1. Sorbavető gépek

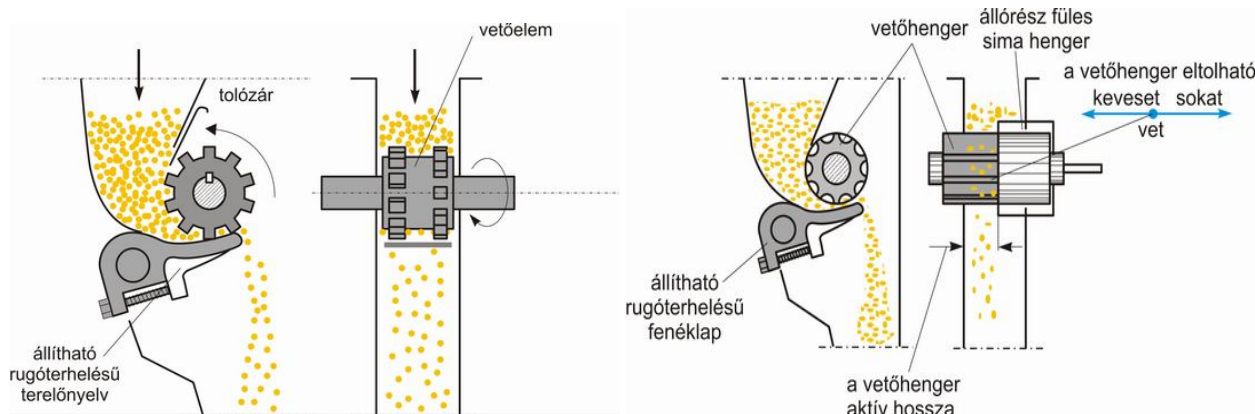
Mechanikus elven működő sorbavető gépek:

Főbb szerkezeti elemei:

- magláda
- vetőszerkezet,
- magvezető cső
- csoroszlya: a csoroszlyák a mag talajba helyezésére szolgálnak. Típusai: csúszó, tárcsás, egytárcsás, kéttárcsás, szárnyas csoroszlyák
- járó- és hajtószerkezet, kiemelő-szerkezet, gépkeret, nyomjelző
- magtakarók: pálcás, tömörítő kerekes

1. Tolóbütykös vetőszerkezetű gépek:

A vetőelem egy bütykös henger, amelyen fél osztással eltolva két bütyöksor van. Az eltolás célja az adagolás egyenletességének növelése. A vetőszerkezetet a járókerék hajtja, többfokozatú Norton-szekrény közbeiktatásával. A hajtás a csoroszlyák kiemelésekor megszűnik. (7.1 ábra)



7.1 ábra: Tolóbütykös vetőszerkezet (balra). Tolóhengeres vetőszerkezet (jobbra) [38]

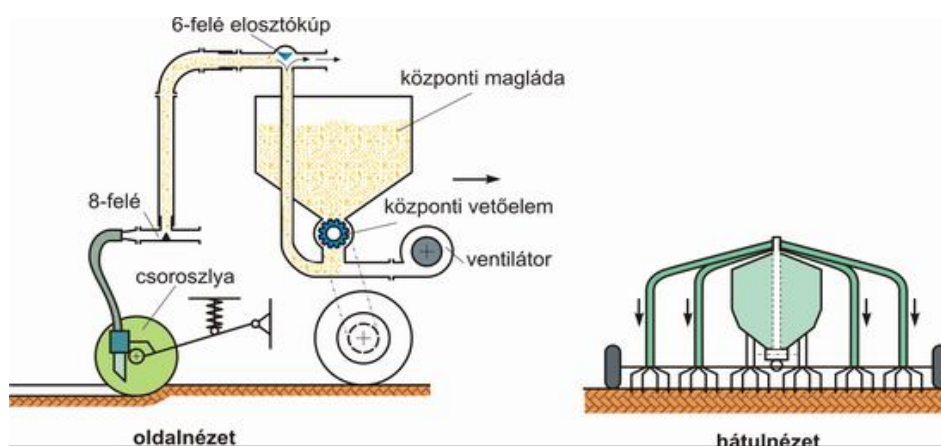
2. Tolóhengeres vetőszerkezetű gépek:

A tolóhengeres vetőszerkezet egy hornyos és egy sima henger-részből áll. A magokat a hornyos hengerrész veti ki. A magmennyiség a vetőhenger tengelyirányú eltolásával, a hatásos hossz változtatásával szabályozható; valamint a váltóművel. A vetőszerkezetet a járókerék hajtja. (7.1 ábra)

Pneumatikus sorbavető gépek:

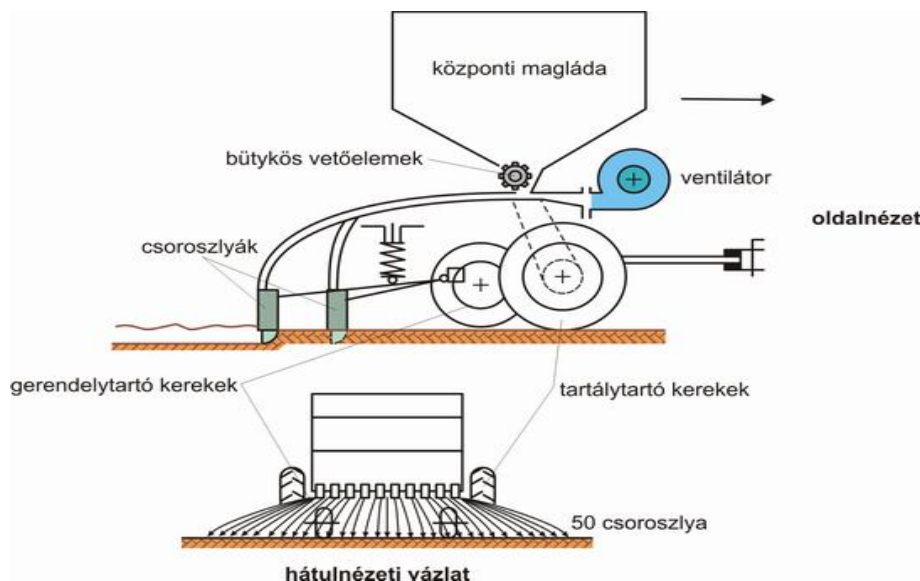
A nagy munkaszélességre törekvés általánossá tette a pneumatikus sorvetőgépek használatát. A tartály, a ventilátor és az adagoló egységeket a mag szállítását biztosító légvezeték köti össze. Cellás adagoló vagy tolóhenger juttatja a magot a ventilátor légáramába. Osztókúpok osztják el a magot és légáram juttatja azt a csoroszlyákhoz.

1. Központi adagolású az ACCORD rendszerű vetőgép. A vetőszerkezet a magvakat a ventilátor légáramának segítségével az elosztókúpra tereli, amely szétosztja, majd a vetőcsoroszlyákhoz szállítja. (7.2 ábra)



7.2 ábra: Accord rendszerű pneumatikus sorbavető gép [38]

2. Osztott adagolású a TIVE-JET rendszerű vetőgép. A vetőelemek által kiadagolt magvak hajlékony csővezetékeken keresztül nyomó légárammal kerülnek a csoroszlyán át a talajba. (7.3 ábra)



7.3 ábra: TIVE-JET rendszerű pneumatikus sorbavető gép [38]

Művelőnyom, művelő út:

- Gabona sortávú növényeknél
- Vegyszerezés, tápanyag utánpótlás munkáinak megkönnyítésére
- Keréknyomoként 2-3 vetőelem elzárása
- Vetőmag megtakarítás $\sim 2 - 4\%$

7.2. Szemenként vető gépek

A szemenkénti vetőgépek feladata a cukorrépa, a kukorica, a napraforgó, a szója vagy a különféle zöldségmagok pontos vetése.

A vetőszerkezetek csoportosítása:

- Mechanikus vetőszerkezetek: peremcellás, szalagos, merítőkanalas, szorítóujjas, egyéb.
- Pneumatikus vetőszerkezetek: szívó rendszerű, nyomó rendszerű.

Mechanikus szemenkénti vetőgépek:

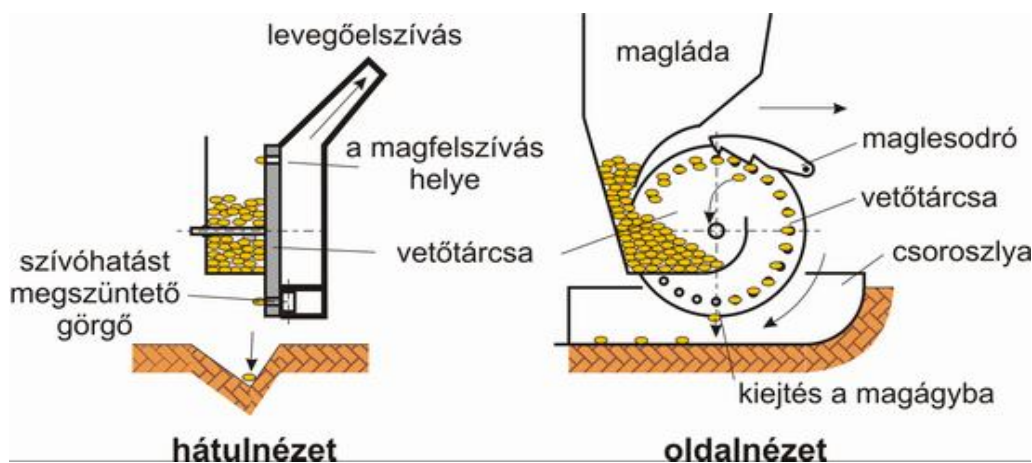
Peremcellás vetőszerkezet: a járókerékről hajtott cellás kerék a felülről bekerülő magokat kb. fél fordulat után alul kiejti.

Becker rendszerű félig pneumatikus vetőszerkezet: a levegő, csak a maglesodrásban játszik szerepet, az adagolásban nem.

Merítőkanalas, szalagos vetőszerkezet: apró magvak (zöldségfélék, káposztafélék, stb.) vetésére.

Pneumatikus szemenkénti vetőgépek:

Szívó rendszerű: A magtartályból a vetőmag gravitációs úton jut a függőleges síkban forgó vetőtárcsa egyik oldalához. A vetőtárcsa másik oldala a ventilátor szívó oldalához csatlakozik. A szívó légáram a magvakat a tárcsa furataihoz szívja. A vetőtárcsán lévő furatok mérete kisebb, mint a vetőmagvak mérete. A szívó légáram 2-3 magvat is a furathoz szorít, így biztosítható, hogy minden furatnál lesz mag. A járókeréről hajtott vetőtárcsa a magvakat körbe viszi. A maglesodró szerkezet a magvakat megmozgatja és csak a legjobb pozícióban lévő egyetlen magot hagy a furatnál. A lesodró szerkezet állítható, így vele a különböző méretű magvak esetén is biztosítható az egy mag kivetése. A mag leválása érdekében a kivetés helyén a szívó légáram megszűnik. (7.4 ábra)



7.4 ábra: Szívó rendszerű pneumatikus szemenkéntvető gép [38]

Nyomó rendszerű: Előnye a nagy haladási sebesség: 10-18 km/h. A vetőszerkezeteken a ventilátor által nyomás alá helyezett tartályból jut a mag a nyomás alatt lévő hajtott vetődobba. A vetődob palástján furatok találhatók, amelyekhez a kiáramló levegő a magvakat belülről odaszorítja. A vetődob a magvakat körbeviszi, a plusz magvakat lesodró sodorja el. A dob felső pontján a furatokat gumikerekkel lezárják, a magvak így a furatok alatt elrendezett tölcésekbe hullnak és a szállító levegővel a csoroszlyákba jutnak.

A nyomjelző beállítása

A nyomjelző beállítása kétféle módon történhet:

- a traktor, a középvonalával halad a nyomjelző nyomán,
- a traktor az első kerekével követi a nyomjelzőt.

$$N = t/2 \cdot (n + 1) - A/2 \quad (2.1)$$

Ahol: N az nyomjelző hossza [cm], t a sortávolság [cm], n a sorok száma, A a traktor nyomtávolsága [cm]

Ekkor az eggyel megnövelt sortávolságot megszorozzuk, a sorok számával kivonjuk a traktor mellső kerekének nyomtávolságát, majd a kapott értéknek vesszük a felét, mert a nyomjelzőt az egyik oldalon használjuk.



Vetés ellenőrzők

Vetésellenőrző monitorok feladatai, jellemzői:

- Optikai szenzorok soronként
- Kihagyás, eltömődés érzékelése
- Elsősorban szemenként vető gépeken
- Művelő nyom, nyomjelző szabályozás

7.3. Direktvető gépek

A direktvetés lényege:

- Talajművelés nélküli közvetlen vetés
- Vetőgép és talajművelő eszköz egybeépítve, különböző módon

Típusai:

- Tárcsás rendszerű direktvető gépek
- Vetőkultivátoros rendszerű direktvető gépek
- Vetőgép kombináció aktív talajművelő géppel

7.4. Precíziós vetés

Automata kormányzás: RTK korrekció. Pontosság: 2 cm. Nyomjelző használata elhagyható.

Automata sorszakaszolás: Csökkenő vetőmag felhasználás ~3%. Nincs átfedés, könnyebb sorközművelés. Pneumatikus kuplungrendszerű elzárók.

Precíziós tőszám mennyiség szabályozás:

- Feltételei: elektromos vetőtengely meghajtás, sebesség érzékelés.
- Tápanyag ellátottság + hozam adatok alapján, kijuttatási térképpel.
- Tábla jobb részein magasabb tőszám, gyengébb részein alacsonyabb tőszám.

7.5. Ültető gépek

Feladatuk:

- a vetőgumók talajba juttatása,
- egyenletes mélység és tőtáv biztosítása,
- a tőtávolság 20-50 cm között állítható legyen,
- ne sértse a gumókat,
- a beállított mélységtől ne térjen el,
- lejtőn is elfogadhatóan dolgozzon.

Burgonyaültetés folyamata:

- barázda nyitás,
- burgonya adagolása a barázdába,
- bakhát kialakítása.



A burgonya ültető gépek típusai:

1. Félautomata ültető gépek:

A kézi töltésű gépeket szokás még félautomata ültető gépeknek is nevezni. Ezekkel a gépekkel percenként 80-120 db gumó ültethető. A burgonyaültetők egyenként helyezik a talajba a vetőgumót. A gumók pontos talajba helyezése történhet:

- kézi adagolású ejtőcsöves géppel
- talajkerékről hajtott cellás kerékkel
- kelyhes töltésű burgonyaültető géppel

2. Automata ültető gépek:

- szorítóujjas burgonya ültető gép
- kanalas burgonya ültető gép

7.6. Palántaültető gépek

Palántázó gépek fő típusai:

- szorítótárcsás
- láncos fogóelemes
- serleges
- táras
- szalagos



8. TÁPANYAGGAZDÁLKODÁS GÉPEI

A termesztett növény igényeinek, a talaj tápanyag szolgáltató képességének, valamint a környezeti tényezőknek az ismeretében szükséges a tápanyagok kijuttatását megtervezni, amelyhez hozzátartozik alkalmazott gépek ismerete. Napjainkban korszerű, nagy munkaszélességű pontosan adagoló és szóró gépek használata biztosíthatja a környezetet jobban kímélő tápanyag kijuttatást. A termőhely-specifikus tápanyag kijuttatás gépesítésének terjedésével fokozható a termesztés gazdaságossága, és a gazdálkodás környezetet jobban kímélő módja.

A tápanyag gazdálkodás gépeinek csoportosítása:

Szervetlen tápanyagok kijuttatása

A. Szilárd műtrágya kijuttatása

1. Röpítőtárcsás műtrágyaszóró gépek
2. Lengőcsöves műtrágyaszóró gépek
3. Csigás műtrágyaszóró gépek
4. Pneumatikus műtrágyaszóró gépek
5. Gépkombinációk

B. Folyékony műtrágya kijuttatása

1. Szántóföldi permetezők
2. Gépkombinációk
3. Tápoldatos öntözés

Szerves tápanyagok kijuttatása

A. Szilárd szerves trágya kijuttatása

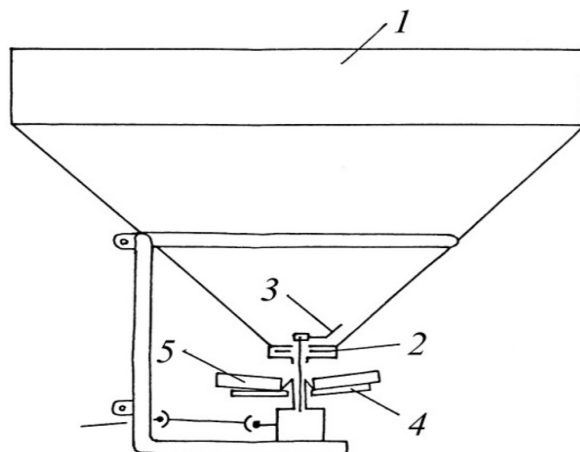
1. Trágyarakodás gépei
2. Szervestrágya szállító - szóró gépek
3. Szervestrágya szóró célgépek

B. Hígtrágya kijuttatása

1. Központi szóró szerkezetes kijuttató szerkezet
2. Szóró kerettel kijuttató szerkezet
3. Csúszó csövekkel kijuttató szerkezet
4. Injektoros kijuttató szerkezet

8.1. A műtrágya kijuttatása

Függesztett röpitőtárcsás műtrágyaszóró gépek (8.1 ábra)



8.1 ábra: Függesztett röpitőtárcsás műtrágyaszóró gép fő részei [38]

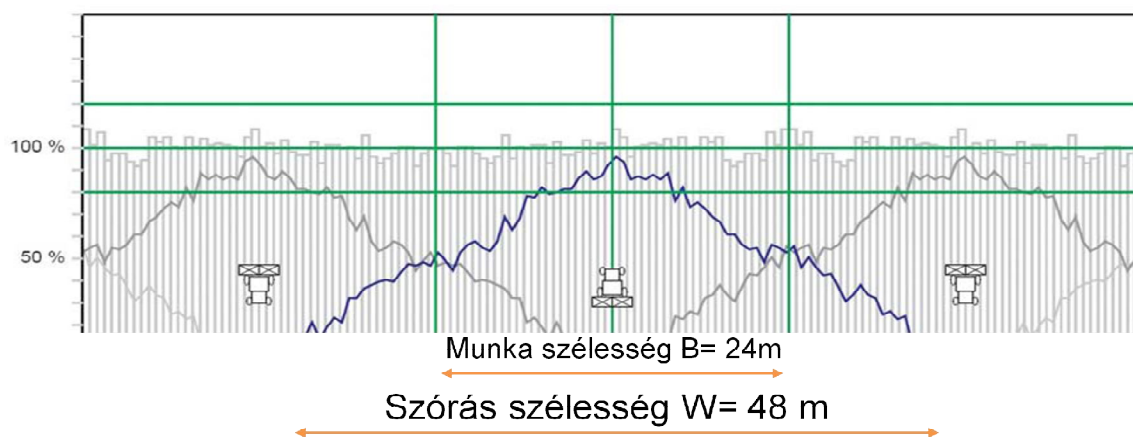
A berendezés fő részei:

- tartály (1) betöltőrács
- adagoló-szerkezet (2)
- boltozódás-gátló (3)
- röpitőtárcsa (4)
- szórólapát (5)

A függesztett műtrágyaszóró gépeken a nagyobb szennyeződések kiszűrése érdekében a tartályban betöltő rács található, amelynek 25-30 mm a lyukmérete. A tartály alján boltozódás gátló szerkezet található, amelynek feladata a műtrágya beboltozódásának megakadályozása, ugyanis ekkor a műtrágya kiáramlásának folytonossága szaggatottá válik. A boltozódás gátló szerkezet maximális lengésszáma, vagy fordulatszáma (100-200 1/min). A nagyobb lengésszámú, vagy fordulatszámú szerkezet aprítja a műtrágyát, amellyel nem biztosítható a kijuttatás egyenletessége. A boltozódás gátló szerkezet alatt résszabályozáson alapuló adagolószerkezet helyezkedik el. A kijuttatott műtrágya mennyiségének pontos adagolása a rés keresztmetszetének és alakjának pontos beállításával lehetséges. Ennek működtetése kézi úton, hidraulikusan vagy elektromosan is történhet. A résállító szerkezetről a műtrágya szemcsék a röpitő tárcsára esnek, amelynek forgó lapátjai terítik szét a műtrágyát. A lapátoknak állítható sugárirányban a hosszúságuk és a sugáriránnyal bezárt szögük is. Fontos, hogy a lapátok beállítása valós mérési eredményeken alapuló beállító táblázatok alapján történjen.

A röpitő tárcsás műtrágyaszóró gépek keresztirányú szórásának egyenletessége úgy érhető el, hogy a szórási szélességben kijuttatott műtrágyát átfedésben szórjuk a traktor táblán belüli mozgásának függvényében. Háromszög alakú szórásképp esetén például akkor egyenletes a műtrágya kijuttatása, ha a munkaszélesség a szórásszélesség fele. Munka

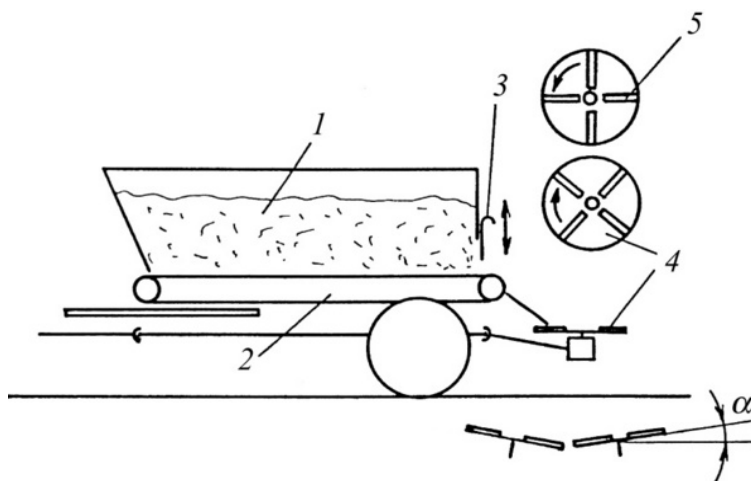
közben a munka szélesség pontos betartása fontos tényező a kijuttatás egyenletessége szempontjából. (8.2 ábra)



8.2 ábra: Függesztett röpitőtárcsás műtrágyaszóró gép szórásképe [13]

Vontatott röpitőtárcsás műtrágyaszórók

Nagyobb mennyiségű műtrágyák kijuttatására szolgálnak a vontatott röpitő tárcsás műtrágyaszóró gépek. A nagy méretű fekvő tartályokon a műtrágya mozgatását az adagoló szerkezet felé a tartály alján található szalag vagy kaparólánc végzi. (8.3 ábra)



8.3 ábra: Vontatott röpitő tárcsás műtrágyaszóró gép [38]

A berendezés fő részei:

A tartályból (1) a műtrágyát kaparólánc (2) juttatja az adagoló- (3) és szóró-szerkezethez (4,5).

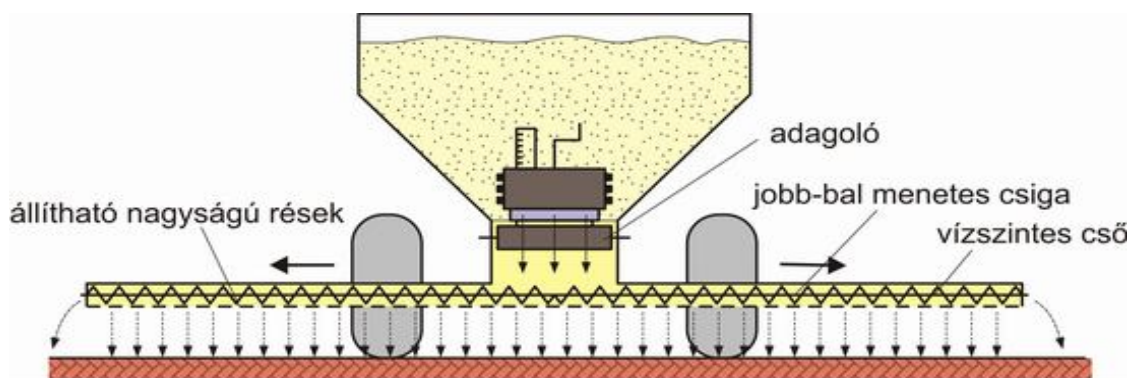
A kihordószerkezet hajtása TLT-ről vagy járószerkezetről dörzshajtással történik. A dörzskereket hidraulikus vagy pneumatikus munka-henger működteti.

Lengőcsöves műtrágyaszóró gépek

Fő szerkezeti részei:

Tartály alján félig függesztett gépek esetén a kihordószerkezet szállítja a műtrágyát a boltozódás-gátló felé. A réses adagoló szabályozza a kijuttatott műtrágya mennyiségét. A réses adagolón keresztül a lengőcsőbe kerülnek a szemcsék. A lengőcső TLT-ről hajtott 50–60 fokos szögben alternáló mozgást végez, 540 min⁻¹ a lengésszáma. Ütközőfelület nélküli lengőcső gyümölcsösök műtrágyázásánál előnyös.

Csigás műtrágyaszóró gépek



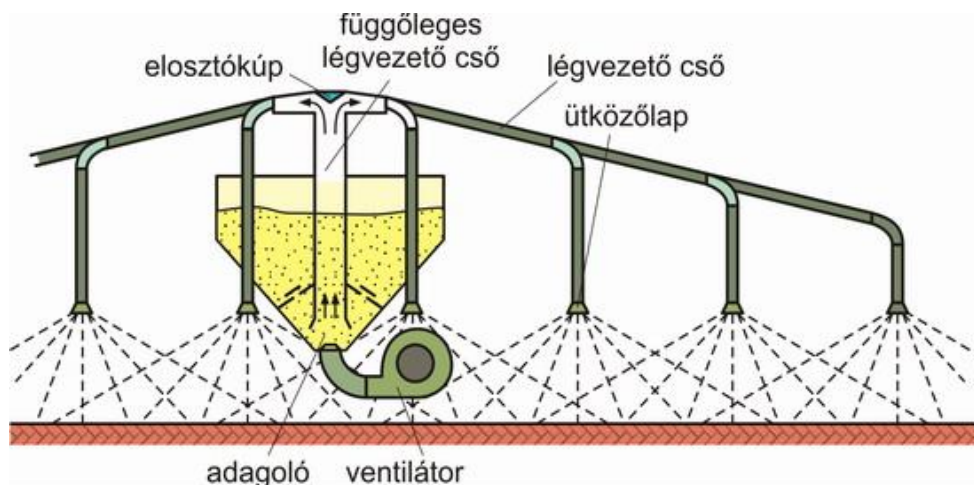
8.4 ábra: Csigás műtrágyaszóró gép [38]

Fő szerkezeti részei:

A tartályból (1) a kihordószerkezet (2) állítható résen (3) át juttatja a műtrágyát jobb-, balmenetes csiga (4) házába. A csigaház alján, állítható nagyságú szóró réseken (5) hull ki a műtrágya a talajra. (8.4 ábra)

Pneumatikus műtrágyaszóró gépek

A központi adagolású pneumatikus műtrágyaszóró gép fő szerkezeti részei, és működési elve: A műtrágya a tartályból állítható réseken át ventilátor légáramába kerül. A központi légcsatornában függőlegesen felfelé áramló műtrágyát ütközőkúp osztja el a szórófejekhez vezető légvezetékekbe. A ferde ütközőlapokról osztásuknál szélesebb sávban hull a műtrágya a talajra, így az egyedi szórásoképek átfedése következtében 15%-nál kisebb szórás egyenlőtlenség érhető el. (8.5 ábra)



8.5 ábra: Központi adagolású pneumatikus műtrágyaszórógép [38]

Gép kombinációban kapcsolt műtrágyaszórók

Előnyei: Kapcsolt művelet – üzemanyag-, idő megtakarítás. A műtrágya azonnal a talajba kerül – nincs veszteség. Szeles időben is alkalmazható.

A. Vetéssel egy menetben történik a kijuttatás. Ha pneumatikus sorbavető gépeken használják, osztott a vetőmag/műtrágya tartály. Ha szemenként vető gépeken használják, szívólégáramú gépeken gravitációs a kijuttatás, nyomólégáramú gépeken pneumatikus a kijuttatás.

B. Sorközműveléssel egy menetben történik a kijuttatás: általában kapás növények N fejtrágyázása használják.

C. Talajműveléssel egy menetben: pl. tarlóhántással egy menetben a pentozán hatás ellen, általában pneumatikus adagolású.

Folyékony műtrágya kijuttatás

Ha szántóföldi permetezőkön történik a kijuttatás, vagy vízzeloldható N műtrágyát permetezünk, vagy lombtrágyázást végzünk vegyszerezéssel egy menetben, vagy baktérium trágyázást végezhetünk. A baktérium tápanyagot nem tartalmaz, de segítheti a talajban a tápanyagok feltáródását és a növényi maradványok bontását.

Ha gépkombinációkon történik a kijuttatás rendszerint vetéssel egy menetben, vagy sorközműveléssel egy menetben juttatjuk ki a folyékony műtrágyát.

Lehetőség van még öntözés közben tápoldatos formában kijuttatni a műtrágyát.

Precíziós tápanyag utánpótlás

A Precíziós tápanyag utánpótlás alkalmazásának fő területei:

Sorvezetés a legegyszerűbb és leggyakoribb megoldás. Fontos a növényi állomány nélküli táblákon a nagy munkaszélesség miatt.

Automata kormányzás esetén a vezetőt tehermentesítjük, így érhető el a legnagyobb pontosság a kijuttatásban. RTK korrekció szükséges.



Automata szakaszolás esetén a röpítő tárcsás műtrágyaszóró esetén fél oldal elzárása történik, illetve pneumatikus műtrágyaszórók esetén szakaszolható a kijuttatás.

Súlymérés esetén a gép tartályában folyamatosan mérjük a műtrágya mennyiségét, visszacsatolás történik a fedélzeti számítógéphez, így pontosabb lesz az adagolás.

Határszórás esetén a szórásszélességet csökkentjük. A szemcsék útjának eltérítése mechanikusan történik így a kiszórt mennyiség csökken az egyik oldalon.

Sorszórás az ültetvényekben, kapás kultúrákban használatos.

Automata munkaszélesség állítás esetén a táblaszél távolságát – GPS vevőn keresztül – érzékeli a fedélzeti számítógép. A röpítő tárcsa forgási sebességét változtatva vagy az adagolási pont folyamatos korrekciójával történik a beavatkozás. Esetenként szélirány érzékelés is történik a traktoron.

Ha a tápanyag utánpótlást kijuttatási térkép alapján akarjuk végezni, szükségesek a tervezési alapadatok, talajvizsgálati eredmények, hozammérés, hektáronkénti tőszám. A fedélzeti számítógép a kijuttatási térkép alapján automata mennyiség szabályozást, szakaszolást végez. Ilyenkor akár több komponensű műtrágya független adagolása is végezhető.

Nitrogén szenzoros mérés esetén a traktorra szerelt optikai szenzor a levélzet klorofill tartalmát méri (~ mennyire zöld). A mérés alapján történik a fejtrágyázás dózisának meghatározása. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

8.2. A szerves trágya kijuttatása

A környezet káros terhelésének elkerülése érdekében arra kell törekedni, hogy a talajba juttatott tápanyagoknak minél nagyobb hányada hasznosuljon. A szervestrágyázás során fontos a tárolás, valamint a kijuttatás folyamán jelentkező tápanyagveszteségek csökkentése, valamint a minimális emisszióval (szaghatással) járó, minél egyenletesebb kijuttatás.

Szilárd szerves trágya kijuttatásának főbb típusai:

1. Trágyarakodás gépei

- Traktorra szerelt homlokrakodók
- Törzscsuklós kormányzású homlokrakodók
- Teleszkópos rakodók
- Csúszó kormányzású rakodók
- Forgógémes rakodók

2. Szervestrágya szállító - szóró gépek

- Vízszintes dobos hátraszóró gépek

A vízszintes dobokkal szerelt szóró szerkezet a rakfelület hátsó végén elhelyezett két, azonos irányban forgó, egymás fölött elhelyezett szóró dob-párból áll. A tépőfogakkal, ritkábban fogazott csigaszalaggal szerelt szóró dobok a rakfelületen mozgó kaparólánc által szállított trágyát fellazítják és szétterítik. A gép munkaszélessége lényegében a



szóró dobok szélességével azonos, kb. 2 m ezért teljesítményük kicsi. A szórógép általában egytengelyes pótkocsi, amelynek a rakfelületén kaparólánc mozgatja a szerves trágyát a szóró dobokhoz.

- Függőleges dobos hátra-oldalra szóró gépek

A szóró-dob párok forgásiránya ellentétes. A függőleges dobokkal szerelt szóró szerkezet a rakfelület hátsó végén elhelyezett, általában négy, egymás mellett lévő szóró-dobból áll. A rakfelületen hátrafelé mozgó kaparólánc által szállított trágyát a tépőfogakkal szerelt szóró-dobok fellazítják és hátra, illetve oldalra szétterítik. A gép szórásszélessége a trágya jellemzőitől függően 8-9 m. A gép közepétől két oldalra a kiszórt trágya mennyisége csökken, így a gépet átfedéssel kell üzemeltetni. A munkaszélesség így a trágya jellemzőitől függően 7-8 m. A gép keresztirányú szórásképeinek jellege trapéz.

- Vízszintes dobos szórótányéros hátra-oldalra szóró gépek

A röpítőtárcsás szervestrágya szórógépek kevésbé érett istállótrágyával és könnyű komposzttal 8-14 m, míg érett trágyával és nehéz komposzttal 12-20 m munkaszélességet érnek el. A területegységre jutó trágya mennyisége itt is a kaparólánc sebességével és a haladási sebességgel változtatható.

3. Szervestrágya szóró célgépek

- Oldalra szóró gépek

A trágyaszóró célgépek vízszintes elrendezésű szóró szerkezetét a rakfelület oldalán helyezik el. Az egy tagból álló vagy osztott szóró-dob hossza a rakfelület hosszával megegyezik. A szóró-dobhoz a rakfelületen keresztben, a haladási irányra merőlegesen mozgó kaparólánc szállítja a trágyát. Az áttöltés idejére a szórógép rakfelülete hidraulikus úton lesüllyeszthető, felépítményének oldala lehajtható

A hígtrágya kijuttatásának főbb típusai:

Felhasználása előtt fázisbontással vagy homogenizálással kell a megkívánt áramlási jellemzőket elérni. A hígtrágya a talaj felszínére vagy a talajba juttatható.

1. **A hígtrágya kijuttatása központi szóró szerkezettel**

A felületre történő kijuttatás hagyományos módon központi szórófejjel, levegőben repítéssel történik. Ennél a kijuttatási módnál nagy a hatóanyag veszteség, az emisszió és a környezetterhelés.

2. **A hígtrágya kijuttatása szóró kerettel**

A felületre történő kijuttatás szóró kereten lévő szóró szerkezetekkel történik.

3. **A hígtrágya kijuttatása csúszó csövekkel**

A hígtrágya talajon csúszó 5 cm csövekből jut a talaj felszínére. Sorba vetett kultúra kezelésére előnyös a módszer, a kultúrnövény szennyezése



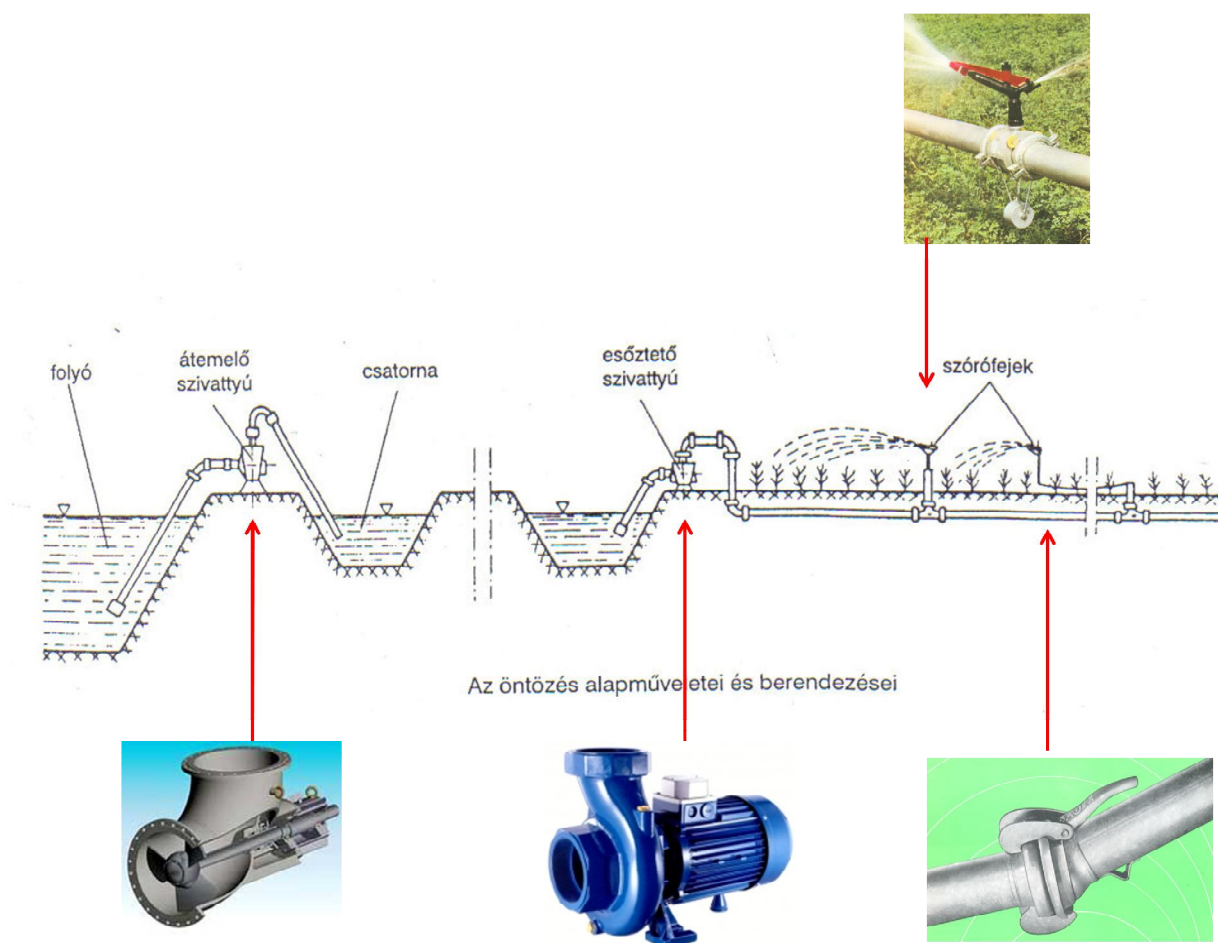
nélkül, pontos helyre és jól szabályozható mennyiségben juttatható ki az anyag. Itt a hatóanyag veszteséget és a szaghatást a kultúrnövény árnyékoló hatása csökkenti. Kultúrnövény nélküli felületre juttatásnál az azonnali bedolgozás fontos.

4. **A hígtrágya kijuttatása injektorral**

A felületre történő kijuttatás legkedvezőbb módja a hígtrágya talajba injektálása. Ebben az esetben a hígtrágya a tartályból a forgó elosztón át jut a 25-30 cm osztástávolságú talajlazító eszközhöz kapcsolt csövön keresztül a talajba. Az injektálás szokásos mélysége 10-15 cm így az állandóan művelt felső talajrétegbe történik az injektálás. A lazító eszközök általában kultivátor kapák. A tömörítő kerékkel lezárt barázda a hatóanyag veszteséget és a szaghatást is megszünteti.

9. AZ ÖNTÖZÉS GÉPEI

Az öntözőberendezéseknek ki kell emelni a vizet a víznyerő helyről, amelyhez átemelő szivattyúkra van szükség, megfelelő nyomású vizet kell biztosítani a megfelelő vízzsállításához és cseppbontáshoz, el kell vezetni a vizet a felhasználás helyére, és azt az igényeknek megfelelően el kell osztani. (9.1 ábra)



9.1 ábra: Öntözőberendezések fő szerkezeti elemei [9]

Szivattyúk

A szivattyúk két nagy csoportba sorolhatók, átemelő és az öntöző szivattyúkra. Az átemelő szivattyúk csavarlapátos és szárnylapátos rendszerűek lehetnek.

Csavarlapátos szivattyú: A víz áramlása félaxiális. Térfogatárama: 30-800 dm³/s, szívómagassága: 2-4 m, nyomómagassága: 4-16 m.



Szárnylapátos szivattyú: A víz áramlása axiális. Térfogatárama: 100-800 dm³/s. Szívómagassága: 0-1 m, nyomómagassága: 1-10 m. Indításhoz, amennyiben nem vízbe süllyesztve üzemeltetik, a szivattyúházat és a szívócsövet vízzel fel kell tölteni.

A centrifugál szivattyú:

A centrifugál szivattyúnál a vízszintes tengelyen elhelyezett lapátkerék, bővülő csigaházban forog. A víz tengelyirányban érkezik a hátrahajló lapátot tartalmazó, járókerékhez, amely azt a centrifugális erő hatására felgyorsítja és a bővülő csigaház nyomócsonkjához szállítja. A centrifugál szivattyúk tömegárama 5-200 liter/sec. szívómagassága 4-6 m, nyomómagassága egy lépcsős szivattyúnál 20-70 m. A vízszállítás feltétele, hogy indítás előtt a szivattyú ház és a szívócső legyen feltöltve vízzel.

Öntöző szivattyúk légtelenítése:

A szivattyúkat (csavarlapátos, szárnylapátos, centrifugál) indítás előtt vízzel kell feltölteni (légteleníteni kell).

A légtelenítés módja:

- a szivattyúházon keresztül kézi feltöltés
- kézi szivattyúval való levegő eltávolítás
- kisméretű szivattyúval való feltöltés
- kipufogó gázzal, légsugár szivattyú elven történő levegő eltávolítás.

A szívócső végén alkalmazott visszacsapó szelep megakadályozza a víz visszafolyását a szívócsőből, ezért ismételt indításnál a légtelenítésre nincs szükség.

A vízszállító hálózat felépítése

Csövek:

A szivattyú által szállított öntözővizet csővezetéken át juttatják a felhasználás helyére. A gerincvezeték átmérője 150-160 mm, a szárnyvezetékek átmérője 80-90 mm. Az elosztást, az irányváltást, a nyitást, zárást, különböző szerelvények (T idomok és cső ívek, tolózáras szerelvények stb.) biztosítják.

Csövek anyaga:

Acéllemez csövek: hossz: 6 m

- tűziorganyzottak,
- nagy súly (25-35 kg/db),

Alumínium csövek:

- kis súlyúak (8-11 kg/db),
- nem rozsdásodnak

Műanyag csövek: KPE (kemény, félkemény) - sérülékeny

Csőkötések:

1. Perrot rendszerű gyorskötés, gumigyűrű tömítéssel.



Az áttelepíthető csővezetékek 6 m hosszú szakaszokból állnak, két végükön az összekapcsolást biztosító gömb és gömbsüveg felülettel. Az összekapcsolás gyorskapcsoló (Perrot) segítségével történik, a tömítést gumigyűrű biztosítja. A gömbsüveg kapcsoló idom bizonyos szögeltérést lehetővé tesz, ami a terep egyenlenségek kiegyenlítését biztosítja.

2. Bajonett záras kötés: általában szórófejek rögzítésekor használják.

Szórófejek

A szivattyú által szállított vizet a szórófejek bontják cseppekre és juttatják ki. A körforgó szórófejek a szárnyvezetékhez, vagy felszálló csővezetékhez kapcsolódnak. A sugárcső végén cserélhető fúvóka biztosítja adott nyomáson a kívánt öntözési távolságot és cseppméretet. A sugárcső forgatását vízszintes síkban lengő, kanalas végű kar végzi. A lengőkart a vízszög téríti ki, visszahúzását és a körülfordulási idő szabályozását rugó biztosítja. Egy és két sugárcsőes változatok használtak. Szektorhatároló szerkezet beépítésével szektoros öntözés valósítható meg. A szektor szöge fokozatmentesen szabályozható. Két - három fúvókás változataik terjedtek el. A nagy teljesítményű, egy sugárcsőes szórófejek forgatását függőleges síkban mozgó ütközőkar biztosítja. Szektoros és körbeművelésre is alkalmasak. A szektoros öntözés elsősorban a mozgó szórófejeknél előnyös, hiszen így megoldható, hogy a berendezés száraz talajon mozogjon.

Működés szerint csoportosítva a szórófejeket: álló vagy forgó (körbeforgó, szektoros).

Szerkezeti kialakítás szerint csoportosítva a szórófejeket: 1 vagy 2 sugárcsőes.

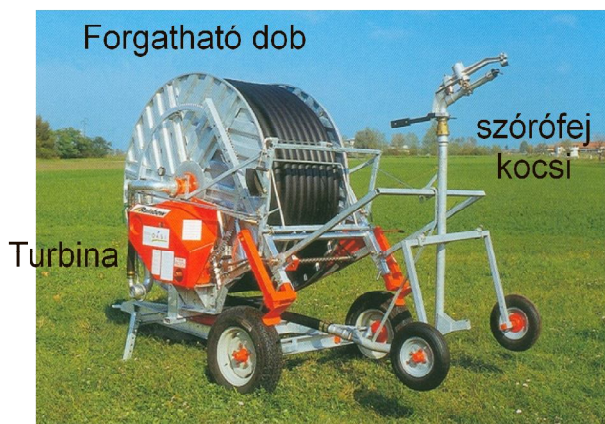
Öntöző berendezések típusai

1. Csévélhető tömlős öntözőberendezés:

A csévélhető öntözőberendezések kialakítása. Forgatható dobra 300-800 m alaktartó (kemény polietilén) öntözőcsövet csévélnek, amelynek egyik vége a vízkivételi helyhez - hidránszhoz, vagy szivattyús gépcsoporthoz kapcsolódnak -, másik a szórófejhez csatlakozik. Az egy, vagy két szórófejet hordozó szórófej kocsi egyik táblavégre történő kihúzása után a vízáram indítható. A 70-80 m széles sávot öntöző szektoros szórófejeket hordozó kocsit vízmotor húzza be. A vízmotort az öntözővíz működteti dugattyús, vagy turbinakerekes hajtóművel, többfokozatú fogaskerék áttételen keresztül. A behúzás sebessége szabályozható. Az öntözés minőségének javításához öntözőkonzollal is felszerelhetők. Fontos a vízborítás behúzás irányú egyenletessége miatt a sebességállandósító automatika, valamint a sávok elején és végén megvalósítandó előöntözést és utóöntözést szabályozó automatika. (9.2 ábra)

A csévélhető öntöző berendezések előnyei: kisebb területen, egyenetlen terepviszonyok között is alkalmazható, univerzális öntözőberendezés. Az öntöződobok mozgatása, a szórófej kocsi kihúzása traktorral történik, a behúzás végén a szórófej kocsi a vízáramot kikapcsolja. Nagyobb terület öntözése esetén egy traktor akár 8-10 berendezés folyamatos üzemeltetését is biztosítani tudja.

A berendezés működtetése: A szórófej kocsi traktorral történő kihúzása után a vízáram indítható. A dob lassú visszahúzása vízmotorral történik.



9.2 ábra: Csévélfűtő dobos öntözőberendezés [9]

2. Lineár öntözőberendezés

A 25-50 m-es szakaszokból álló, és járószerkezettel alátámasztott lineár rendszer esetén középen, vagy egyik végén történik a víz betáplálása csatornából, vagy hidránsról. A 2-5 bár nyomáson üzemelő rendszer ütközéses szórófejeit lelógó csöveken helyezik el, közel az öntözött állományhoz, így kiváló esőminőséggel és jó vízhasznosulással dolgoznak. 1,5-3 m szabadmagasságuk magas növények öntözését is lehetővé teszi. A csővezeték közepén, vagy végén helyezik el az erőforrásként alkalmazott motort, mely a szivattyú mellett áramfejlesztőt is működtet (hidránsról üzemelés esetén csak áramfejlesztőt).

Szabályos, nagyméretű, sík táblák öntözésére alkalmazhatók a többtámaszú öntözőberendezések. A járószerkezetet villanymotorok működtetik nagy áttételen keresztül, így a berendezés sebessége 80-250 m/h között szabályozható, automatizált. A kis sebesség a tagok egyenkénti léptetésével érhető el. Szögérzékelők és kapcsolók gondoskodnak a csővezeték egyenesben tartásáról és a tagok egymás utáni léptetéséről. A berendezésnek általában táblához kötött, mozgásmódja van. A berendezést talaj feletti vezeték, vagy földben lévő kábel vezeti a táblán a csővezetékre merőlegesen (lineár). A szivattyú az öntözővizet csatornából vagy hidránsról nyeri úszó lábszelep segítségével a haladási iránnyal párhuzamosan). (9.3 ábra)

- Tagok: 25-55 m-es kocsikkal alátámasztott. Hossza:1000 m-t is elérheti.
- Víz betáplálása: középen, vagy egyik végén történik csatornából, vagy hidránsról, vízborítás 5- 20 mm.
- Nyomás: 2 - 5 bar
- Motor teljesítménye: 200 - 250 kW
- Sebesség: 80 - 250 m/h
- Területteljesítménye : 120-200 ha/nap

Előnyök: kiváló esőminőség, jó vízhasznosulással, (magas növények). Jól automatizálható.



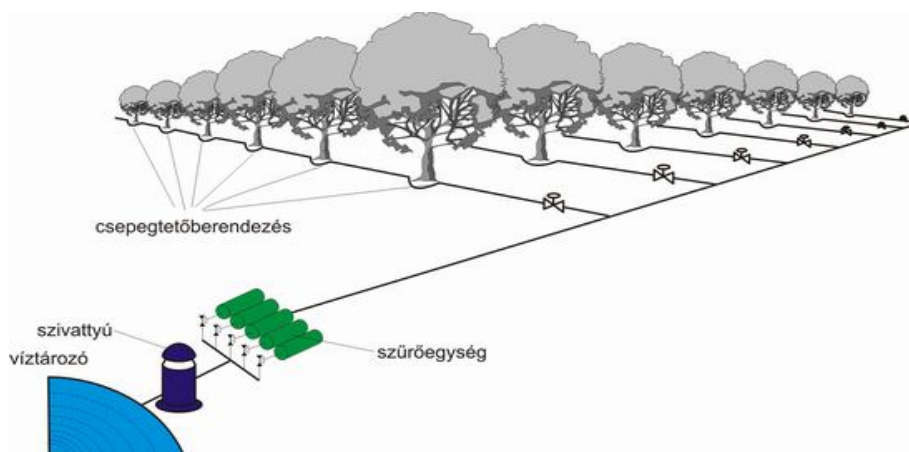
9.3 ábra: Lineár öntözőberendezés [9]

3. Center pivot öntözőberendezés (Körjáráó öntözőberendezés)

A csővezeték egyik vége a vízkivételi helyhez csatlakozik és az egész berendezés e körül a tengely körül mozog körbe. A berendezés bizonyos hosszúságig képes négyzetes terület öntözésére is.

4. Csepegtető öntözés

A csepegtető öntözés valósítja meg leginkább a helyi öntözést. A csőbe épített csepegtetőtestnél a víz legtöbbször labirintusrendszeren át jut ki a csőből, aminek nyomásszabályozó szerepe van. A csővezetékben megfelelő távolságonként elhelyezett csepegtető testek az öntözővizet cseppek formájában juttatják a talaj felszínére. Az öntözőhálózat nyomásának felemésztése leggyakrabban szűk keresztmetszetű csőszakasszal, kis kilépő keresztmetszetű nyílásokkal vagy porózus anyag közbeiktatásával történik, ez indokolja a kijuttatandó víz tisztaságára vonatkozó szigorú követelményeket. (9.4 ábra)



9.4 ábra: Csepegtető öntözőberendezés [38]



Jellemzőjük:

- kis nyomás,
- igen kicsi intenzitás,
- közvetlenül a növény közelébe juttatja vizet,
- vízsűrő berendezés szükséges.

Előnyei:

- takarékos vízhasználat,
- kicsi a párolgási és elszivárgási veszteség,
- kicsi energia igény,
- lejtős területen is alkalmazható.

Hátrányai:

- csak ültetvényekben alkalmazható,
- a vizet tisztítani kell
- kemény vizet lágyítani (Fe tartalom)

5. Mikro szórófejes öntözés

Alacsony nyomás mellett, kis intenzitással az öntözendő növényhez juttatják a vizet. A mikro szórófejes öntözésnél a szórófejeket a növény közelében helyezzük el, a gyökérzónát célozzuk meg. A kis hatósugár miatt kis nyomással működnek a szórófejek. Az öntözővíz legtöbbször sugarak formájában jut a talajra, vagy a növényre. A szórófejek ütközőlapos, vagy rotoros rendszerűek. A mikro öntöző szórófejek eltömődésre hajlamosak. Minden egyes elem vízkibocsátása legyen azonos, egymáshoz viszonyítva egyenletes és lehetőleg független az öntözőrendszer nyomás- és hőmérséklet-változásaitól. Legyen biztosítható az elemek eltömődés-mentes üzemeltetése.

Szűrés: Szita, lamellás, vagy közegszűrők 80-100 mesh (1 collra eső furatok száma) Az egyenletes nyomást nyomásszabályozó biztosítja.

Az öntözés vezérlése: átfolyás mérő, talajnedvesség jel, esőérzékelő, páratartalom mérő, időkapcsoló, hőmérséklet jel, stb. alapján működik.



10. A NÖVÉNYVÉDELEM GÉPEI

A növényvédelem azokat az eljárásokat foglalja magában, amellyel védekezünk a kultúrnövényeket károsító hatásokkal szemben. Fontos, hogy a védekezés módja környezetkímélő, a fenntartható termesztés szempontjából is megfelelő, ugyanakkor hatékony legyen.

A növény károsítói lehetnek:

- növények (gyomok),
- állatok (rovarok, rágcsálók),
- növénybetegségek (gombák, baktériumok, vírusok).

A védekezés módjai:

- mechanikai: kapálás, összeszedés, csapdák,
- kémiai: permetezés, porozás, csávázás,
- biológiai: természetes ellenségek elszaporítása,
- agrotechnikai: célszerű talajművelés, helyes vetésforgó.

Növényvédő gépek csoportosítása:

A végzett művelet szerint: permetezőgép, - csávázó gép, - egyéb (porozó, mikrogranulátum szóró).

Alkalmazási mód szerint:

- Szántóföldi permetezőgép: $p = 1,5 - 6$ bar
- Gyümölcsvédő permetezőgép: $p = 15 - 30$ bar

Üzemeltetés módja alapján:

- traktor vontatású és hajtású gépek, (függesztett vagy vontatott)
- önjáró gépek, teherautóra szerelt
- légi gépek (helikopter, repülőgép)
- motoros gépek (háti)

10.1. Szántóföldi permetező gépek

Szántóföldi permetezőgépek fő részei: (10.1 ábra)

- Tartálmegoldások (keverés, szintjelzés, öblítőtartály, kézmosó tartály)
- Szűrőmegoldások (beöntő, szívó, nyomó, öntisztító, szórófej)
- Szivattyú(k) (dugattyús, membrán)
- Nyomákszabályozás, kiegyenlítés, szakaszolás (légüst, nyomákszabályozó szelep, szakaszonkénti nyomákszabályozás, szakaszkapcsolók)
- Szórófejek (nyomásigény, cseppméret, csepegés gátlás, szóró keret)



10.1 ábra: Szántóföldi permetezőgép fő részei [8]

1. Tartály megoldások

Tartály anyaga: Poliészter, Polietilén (hőre lágyuló, hidegben rideg), Acél

Ma a tartályok leggyakrabban polietilénből készülnek. Ezek a fröccsöntéssel, préseléssel alakítható tartályok jól alkalmazkodnak a tartály integrálhatósága szempontjából fontos bonyolult formákhoz. Kis sűrűségük, nagy szilárdságuk könnyű tartálykialakítást tesz lehetővé. Felületük sima, könnyen tisztítható.

- Keverés: Permetlé mennyiség maximum 5%-a. Perforált csöves keverővel, vagy keverő fúvókás keverővel történik.
- Tisztavizes- és kézmosó tartály: Öblítő - (tisztavizes) tartály (tartályméret 10 %-a)
a) Feladatai a tartály átmosása és a technikai maradék hígítása (10 szerez hígítás, növelt sebesség, csökkentett nyomással kijuttatás).
- Permetlé készítés vegyszerbemosóval: A permetezőgépekre szerelt vegyszerbemosó alkalmazása. A vegyszer bemosásához a tartályba feltöltött tiszta vizet használják, amelyet a szivattyúval cirkuláltatnak, és amibe a vegyszert bekeverik. A bemosás berendezéssel zárt rendszerben lehet a vegyszert bekeverni. A vegyszer bemosás védőfelszerelésben kell történjen. A permetlé készítés után a göngyöleget ki kell mosni a vegyszerbemosón lévő göngyölegmosó segítségével.
- Szintjelzés: a tartályon permetlészint jelzőnek kell lennie. A szintjelző a folyadékszintet követő úszó, vagy elektronikus tartálytöltöttség jelző lehet.

2. Szűrők

Szűrők típusai: beöntő szűrő, szívó szűrő, nNyomó szűrő, szórófej szűrő.

- Beöntő szűrő: nagy méret, nagy átfolyás (1000 liter/min), könnyű hozzáférés, legdurvább szűrés.



- Szívó szűrő: szivattyút védi. Finomság: 15-30 MESH (MESH: 1 coll-ra (25,4 mm) eső szitaelemek száma)
- Nyomó szűrő: Szórófejet védi. Finomság: 50-80 MESH. A legfinomabb szűrőtípus. Öntisztító nyomó szűrő: a szennyeződések a tartályba kerülnek vissza. Gyakran úszót is tartalmaz az átfolyási sebesség növelése céljából. Kisebb az eltömődés veszélye.
- Szórófej szűrők, más néven elemi szűrők. Szórófejeket védik. A csőrendszerben lerakódott és a levált szennyeződések ellen véd.

3. Szivattyúk

Ma a térkiszorításos rendszerű dugattyús és a membrán szivattyúk a leggyakoribbak permetező gépekben. Előnyük, hogy a nyomás növelésével a szállított permetlé mennyiség csak kis mértékben csökken, tehát térfogatáramuk a teljes üzemi tartományban állandónak tekinthető.

- Membrán szivattyúk: $Q=40-150$ liter/min
- Közvetlen működésű ($p= 15-20$ bar)
- Közvetett működésű ($p= 30-40$ bar)
- Dugattyús szivattyúk
- Egyéb szivattyúk: centrifugál, görgős

4. Nyomásszabályozás:

- Nyomásszabályozó szelep: általában rugóterhelésű membránszelepek, de a korszerű permetezőgépeken ma már a vezető ülésből kezelő elektronikus vezérlésű, és elektromos működtetésű nyomásszabályozó szelepeket alkalmaznak. Általában membrános kivitelű.
- Nyomásmérő óra. Feszített számlapú, színes kijelzős órákat használnak napjainkban. Az üzemi tartományban tizedbáros beosztásúnak kell lennie. Az órák glicerinnel vannak feltöltve, ami csillapítja a mutatót, nem engedi belülről a rozsdásodást és tisztítja a kijelző lapját. Az óra hibája max. 1,6 % lehet, amit ellenőrizni szükséges.
- Légüst: (egyterű, kétterű) a permetezési nyomást egyenlíti ki. A kétterű légüstöt a permetezési nyomás egyharmadára kell felfűjtatni a permetezés megkezdése előtt.
- Szakaszozó kapcsolók: Mechanikus, vagy elektromos működésűek. Az elektromos működésű szakaszozó kapcsolók két változata ismert. Egyszerűbb kivitele elektromágneses. Manapság a villanymotorral működtetett excenter csapos változatok terjedtek el, ahol a csap kézzel is forgatható, tehát a gép elektromos zavar esetén is működőképes marad. A szakaszok kapcsolásával az áramlási rendszerben nyomásváltozás lép fel. Ennek kiküszöbölésére a korszerű gépeken minden szakaszozó kapcsolóhoz külön nyomásszabályozó szelep tartozik.
- Változó sebesség mellett csak útarányos kijuttatású ellenőrző, vagy szabályozó rendszerrel szerelt gépek tudják a területegységre kijuttatandó permetlé azonos mennyiségét biztosítani.
- A sebességarányos permetlé kijuttatás ellenőrző, vagy szabályzó elektronikával valósítható meg. Az ellenőrző rendszernél átfolyás mérő méri a szórófejekhez jutó permetlé mennyiséget, és az útjellel összehasonlítva a rendszer kijelzi a beállított



értékhez képesti eltérést. Amennyiben eltérés van a beállított hektáronkénti permetlé mennyiség és a pillanatnyi kijuttatott érték között, a vezető a sebesség korrekciójával tud módosítani.

5. Szórófejek fő típusai: szántóföldi permetező gépeknél ma a hidraulikus cseppképzés az általános. Az optimális cseppméret (150-350 μm), de a cseppspektrum nem homogén hidraulikus cseppképzés esetén. A 100-150 μm átmérőnél kisebb cseppek elsodródásra hajlamosak, a 350 μm átmérőnél nagyobb cseppek a célfelületről könnyen legördülnek, növelve a hatóanyag veszteséget és a környezeti terhelést.

Ütközéses szórófejek: a szántóföldi permetezőgépeken leggyakrabban folyadékütközéses (réses) szórófejeket alkalmaznak, amelyeknél a kibocsátott cseppspektrum legyező alakú, a névleges nyomás általában (4 bar).

- Felület ütközéses (gyomírtó)
- Folyadék ütközéses (réses)

Cirkulációs szórófejek: a gyümölcsvédelmi permetezőgépeken leggyakrabban megpörgetik a permetlevelet a fúvóka előtt, amelyeknél a kibocsátott cseppspektrum kúp alakú, a névleges nyomás általában 15 bár feletti.

- Csigabetétes
- Pörgető lapkás

Különleges szórófejek: excenter, kettős lapos sugarú, légbeszívós stb.

6. Keret felfüggesztések: A szántóföldi permetező gépeknél általában síkszóró kereteket használnak, ahol a szórófejek a kereten egy síkban helyezkednek el, a célfelülettől azonos magasságban, amely leggyakrabban 0,5 m. Ma általában a keretek szélessége. 12, 18, 24, 28, 36 és 48 m. A keretek lengésének és tömegének csökkentése miatt, a hagyományos merev felfüggesztés helyett, inga felfüggesztést, és trapéz felfüggesztést használnak. A kereteken lengéscsillapítás, szabad kitérés előre, hátra megtalálható.

10.2. Gyümölcsvédelmi, ültetvény permetező gépek

A gyümölcsvédelmi permetezőgépek főbb típusai: (10.2 ábra)

- Hidraulikus cseppképzésű permetezőgépek (szőlő, sövény). A csak hidraulikus cseppképzésen alapuló permetezőgépek a gyümölcsvédelemben nem gyakoriak, a kis teljesítmény és az elsodródás veszély miatt.
- Szállító levegős permetezőgépek (max. 80m/sec légsebességig). A szállítólevegős rendszereknél axiálventilátor által szállított levegő juttatja el a hidraulikusan bontott cseppeket a célfelületre. A központi szóró szerkezetnél, a szórófejeket a ventilátor kifúvó nyílása köré rendezik. Javítható a permetezés hatékonysága, ha a szórófejek és a légáram iránya a célfelület felé mutat (célzott permetezés).
- Légorlasztású permetezőgépek (80m/sec légsebesség felett). A légorlasztású rendszereknél radiál ventilátor által szállított levegő juttatja el a légáram által bontott cseppeket a célfelületre. A hatékony permetezés érdekében a ventilátor levegőjét több fúvócsőre bontják és így állítható helyzetű és kifúvónyílásban végződő légvezető csövek alkotják a gép szóró szerkezetét, amely legkülönbözőbb

ültetvényekhez beállítható. A célfelület közeli cseppképzés és a levegő szállító hatása finomabb cseppképzést tesz lehetővé, ami a levegő lombmozgató hatásával kombinálva jobb fedettséget eredményez.

A gyümölcsvédelmi permetezőgépek ventilátorainak főbb típusai:

Axiál ventilátor:

- A levegő sebessége: $v = 35-45 \text{ m/sec}$;
- A ventilátor fordulatszáma $n=1000-2000 \text{ 1/min}$
- A szállított levegő mennyisége: $Q=60000-120000 \text{ m}^3/\text{h}$

Radiál ventilátor:

- A levegő sebessége: $v = 80-120 \text{ m/sec}$;
- A ventilátor fordulatszáma $n=3000-4000 \text{ 1/min}$
- A szállított levegő mennyisége: $Q=15000-30000 \text{ m}^3/\text{h}$

A permetezés céljának megfelelő szórófej kiválasztása:

$$q = Q \cdot v \cdot B / 600 \quad (5.1)$$

Ahol: Q szórási norma [l/ha], B munkaszélesség [m], v üzemi sebesség [km/h]

A szórófej kiválasztása a q és p ismeretében, katalógus alapján történik

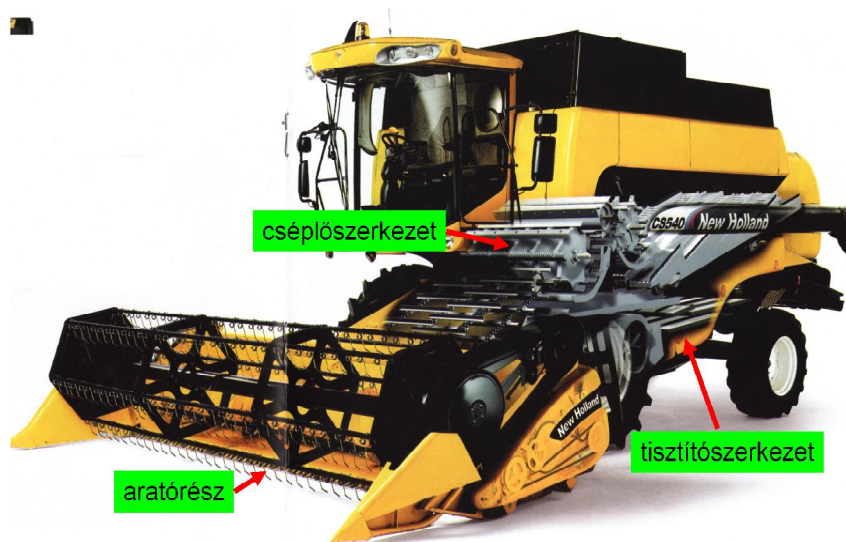


10.2 ábra: Gyümölcsvédelmi, ültetvény permetezőgépek [8]

11. A GABONA BETAKARÍTÁSÁNAK GÉPE

Az arató-cséplő gépekkel, kombájnokkal a szemes termények (kukorica, borsó, szója, napraforgó, repce) betakarítását végzik.

A gabonakombájn fő szerkezeti elemei: aratórész, cséplőszerkezet, tisztítószerkezet, motor, meghajtások, járószerkezet. (11.1 ábra)



11.1 ábra: Gabona kombájn [7]

11.1. Aratórész

Az aratórész fő szerkezeti elemei: (11.2 ábra)

Rendváltasztók:

- sima hajlított lemezek vagy csövek,
- repcénél függőleges síkban mozgó kaszaszerkezet

Motolla jellemezői:

- mozgása hurkolt ciklois ($v_k > v_H$),
- paralelogrammás vezérlés \varnothing 1-1,2 m .

Állítása:

- vízszintes síkban: előre - hátra, függőleges síkban: le-fel,
- fordulatszám változtatás max. ($n = 60-70$ ford/min).

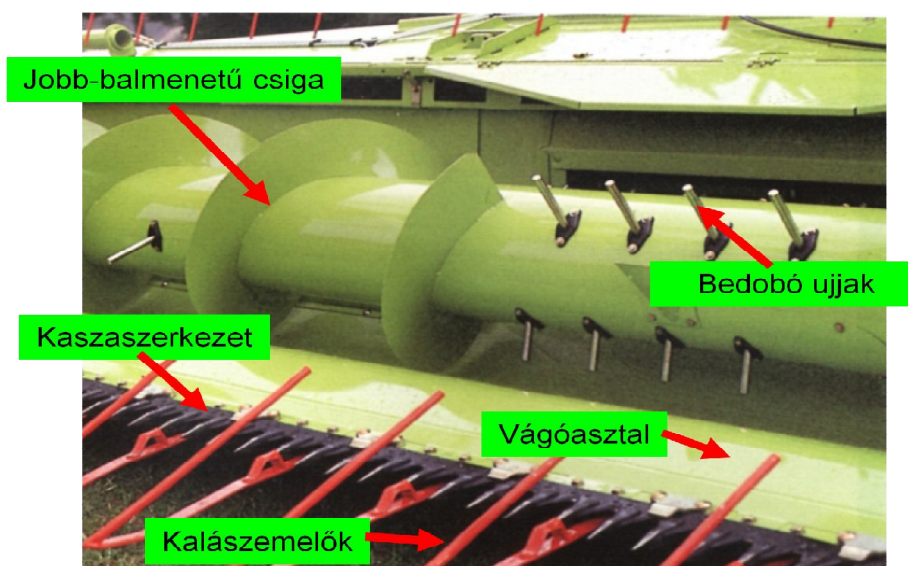
Kalászemelő:

- dőlt terménynél a kalászatokat a kasza síkja fölé emeli,
- kb. minden 5. újra szerelik, rugós kivitelben.

- alternáló típusú, normál vágású,
- mozgópengé recézett élű, állópengé készülhet a kaszaújj anyagából,
- löket ~ 80 mm, $v_k = 1,2 - 1,4$ m/s.

- fenéklemezettől való távolsága állítható (középérték 15 mm),
- bedobó ujjak: Ø 10-12 mm, kinyúlásuk 120-150mm.

- szállítólánc kaparólécekkel,
- láncfeszítő szerkezet (alsótengelynél), a kaparóléc és a fenéklemmez távolsága 20 mm,
- hajtótengely (felső), állító szerkezet (az alsó „lengő” tengelyhez).



11.2 ábra: Az aratórész [7]

11.2. A cséplő szerkezet

- tangenciális (haladási irányra merőleges),
- axiális (haladási iránnyal megegyező).

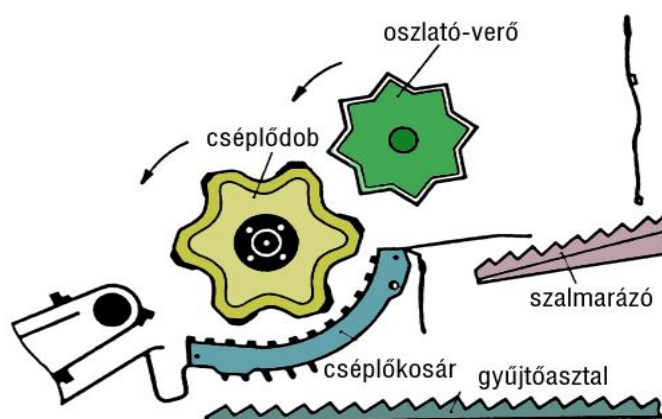
Dob fordulatszám változtatása szükséges, kerületi sebesség gabonánál: $v = 28-32$ m/s.
Fordulatszám függ: a termény fajtától, az érettségi foktól, a nedvesség tartalomtól, a dob átmérőtől.

Cséplőrés a dob és a dobkosár közti hézag: bemenetnél: 14-17 mm, kimenetnél: 3-5 mm.

Áteresztőképesség: q [kg/s] szem és szalma együttes tömege.

Cséplési veszteség max. = 1,5 %. Gabonánál: $q = 3-20 \text{ kg/s}$, kukoricánál: $q = 10-36 \text{ kg/s}$.

A korszerű gabonakombájnokon összetett dobokat használnak. A gyorsítódob feladata, hogy a ferde felhordótól kis sebességgel érkező terményt a cséplődob kerületi sebességéhez közelítse, ezzel csökkentse a szemtörést. A verőléces dob hagyományos része a cséplőszerkezetnek. Az utóverő dob a kicsépeletlen kalászkok mennyiségét csökkenti. (11.3 ábra)



11.3 ábra: A cséplő szerkezet [38]

A cséplő szerkezetek típusai

Tangenciális rendszer:

Előnyök: kíméletes szalmakezelés, alacsony teljesítmény-igény, alacsony érzékenység a nedvességgel szemben.

Hátrányok: a teljesítménynövelés lehetősége korlátozott. Típustól függő áteresztési határ (meredeken emelkedő veszteség-görbe).

Axiális rendszer (Axiáldobos)

Előnyök: hosszabb ideig tartózkodik a termény a cséplőszerkezetben, nagy áteresztőképesség, kis szemtörés, nincs szükség szalmarázó ládákra. Kíméletes cséplés (kukoricánál, szójánál). Rövid keskeny felépítés. Lejtő független szemleválasztás.

Hátrányok: Érzékeny a nedves szalmára. Erős a szalmatörés. Magas teljesítményigény.

Hibrid rendszer:

Előnyök a nagy áteresztőképesség, keskeny felépítés. Alacsony nedvesség érzékenység. Lejtő független szemleválasztás.

Hátrányok: Közepes szalmatörés. A tangenciális rendszerhez képest valamivel magasabb teljesítmény szükséglet.

A szalmarázó feladata: a cséplőrésből kikerülő szem, szalma keverékből a szem kiválasztása és visszajuttatása a gyűjtőasztalra, a szalma kijuttatása a gépből. A szalmarázó ládák:

száma: 3-6 db, lépcsős szerkezetűek (lépcsők száma 4-7), hátrafelé emelkednek, lengő mozgást végeznek, 2 db térben hajtott tengelyre szerelt. Szalmazalazító szerkezetek feladata: szalmazalazító teljesítményének növelése, a kiválasztás fokozása. Típusai:

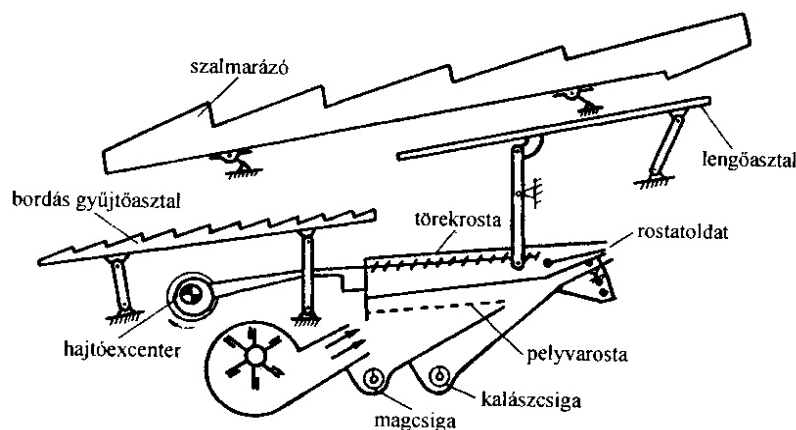
- kaparóvillás lazító: villa sebessége 4x nagyobb, mint a ládáké,
- harántrázó csillag: oldalirányú mozgást végez,
- hengeres szalmazalazító: 8 db forgó henger, csipkézett terelőlécekkel.

11.3. A tisztító szerkezet

A cséplőszerkezetből és a szalmazalazóról a törek, pelyva és a szem a törekgyűjtő asztalra, onnan a törekrostára kerül. A törekrostán áthullva a pelyvarostára jut a pelyva és a szem. A szem áthull a pelyvarostán és a szemgyűjtő csigába, majd felhordóval a magtartályba jut. A töreket és a pelyvát légáram fújja ki a gépből és a szalmával együtt a talajra jutnak. A rosták a magmérethez igazíthatók. (11.4 ábra)

A tisztító szerkezet fő részei:

- bordás gyűjtőasztal,
- rostaszekrény:
- törekrosta,
- pelyvarosta (szemrosta),
- rosta toldat,
- ventilátor: radiál, lapátos, terelőlemezekkel.



11.4 ábra: A tisztító szerkezet [38]

11.4. A meghajtó szerkezet

Mechanikus hajtás esetén a motor és a sebességváltó közé egy hidraulikusan működtetett menetvariátort iktatnak be, amely fokozatmentes sebességváltoztatást tesz lehetővé. Hidrosztatikus kerék-hajtás esetén a járókerekeket közvetlenül hidromotorok hajtják. Hidrosztatikus tengelyhajtás esetén a hidromotor a sebességváltó bemenő tengelyét hajtja.



Arató-cséplőgépek teljesítmény mérlege:

• járószerkezet	30 %
• cséplőszerkezet	38 %
• tisztítómű	14 %
• vágószerkezet	12 %
• hidraulikus rendszer	6 %
összesen	100 %.

Kormányzás:

- hátsókerék kormányzású, hidraulikus megoldással,
- kormányautomatika („robot kormányzás”).

11.5 Fejlesztések a gabona kombájnon

A mai korszerű arató-cséplő gépek elektronikus ellenőrző rendszere egyre több ellenőrzési műveletet vesz át a gépkezelőtől.

- Szemveszteség ellenőrzése és mérése. Szemveszteség mérő részei az érzékelő lemezek, monitor, áramforrás, vezetékek.

- Lejtő kombájnon: az arató-cséplő gépek tisztító szerkezete akkor végez optimális munkát, ha a tisztító szerkezet hossz és kereszt irányban vízszintes. Ezért a lejtőn művelő gépeket elláthatják helyzetérzékelővel és hidraulikus szint kiegyenlítővel. Problémák lejtőn haladáskor: romlik a rázó és tisztítószerkezet munkája, oldalra torlódás lép fel, lejtmenetben az anyagáram lelassul, hegymenetben az anyagáram felgyorsul. A modern szintezéssel ellátott gépeken általában 22 %-os lejtőig használható.

- Precíziós betakarítás:

Nem GPS alapú automatizálás:

Sorvezetés: a gabona „fal” érzékelése, optikai vagy mechanikus szenzorokkal.

Kombájnon adapter talajkövetése/döntése: mechanikai szenzorokkal, giroszkóppal.

GPS alapú automatizálás, precíziós betakarítás:

Hozamtérképezés: Térfogatáram (cellás, fényérzékelős, kapacitás, radiometrikus) vagy tömegáram mérés. Haladási sebesség és munkaszélesség rögzítése.

Nedvességmérés: része a pontos hozammérésnek. Működése lehet folyamatos, vagy szakaszos (pontosabb). Mérési elv: elektromos vezető képesség.



12. ANYAGMOZGATÓ ÉS SZÁLLÍTÓBERENDEZÉSEK

Bármely termelési folyamat közben az előállítástól a feldolgozáson keresztül a felhasználással bezárólag szükség van a folyamatban résztvevő anyagok mozgatására.

Az élelmiszer-feldolgozás és tartósítás során különféle méretű és formájú szilárd anyagokkal, pépes- és folyékony halmazállapotú anyagokkal találkozunk. A szilárd anyagok megjelenése igen változatos, lehet darabáru szabályos vagy szabálytalan geometriával, a termék lehet csomagolt vagy csomagolás nélküli, és vannak különböző szemcseméretű és fizikai tulajdonságú ömlesztett anyagok is. Minden esetben meg kell oldani az anyagok üzemben belüli mozgatását, rakodását, csomagolását és raktározását.

Az élelmiszer-előállító üzemekben a technológia által meghatározott sorrendben felépülő gyártóvonalakon történik a termékek előállítása. A feldolgozandó termék előállításának lépéseit az egyes részfolyamatokat végző berendezések végzik, melyek között a sokféle anyagmozgató és szállítóberendezés biztosítja a kapcsolatot. Fontos, hogy a gépek és a szállító-, tárolórendszerek minden tekintetben (például teljesítőképesség, kapcsolódó méretek, stb..) összhangban legyenek egymással.

A gyakorlatban bármilyen állapotú anyag üzemben belüli mozgatását, rakodását, csomagolását és raktározását anyagmozgatási feladatnak tekintik. A közúti, vasúti, légi és vízi szállítás a közlekedés témaköréhez tartozik, viszont az itt szükséges rakodási folyamat szintén anyagmozgatási tevékenységnek számít. [42]

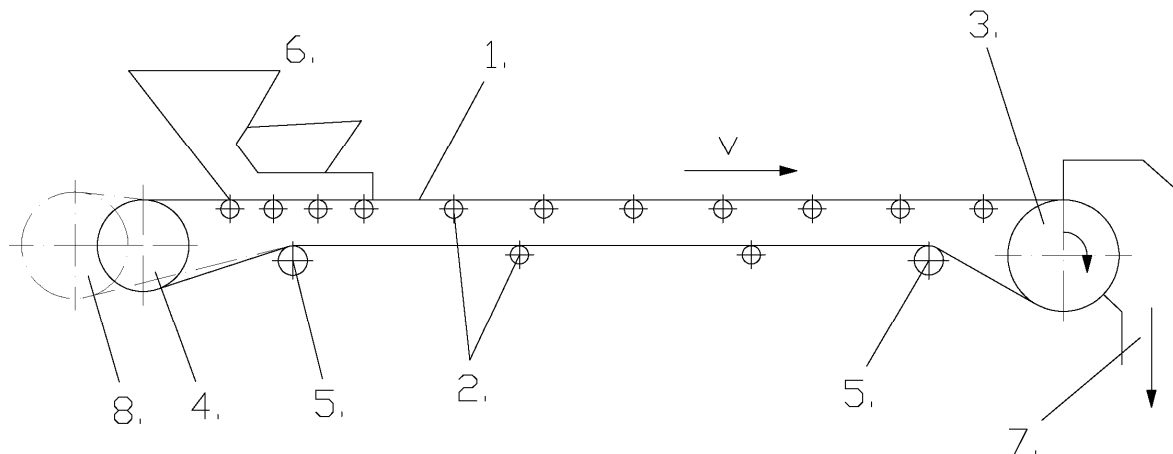
12.1. Hevederes szállítószalagok

A hevederes szállítószalag igen gyakran alkalmazott szállítóeszköz. Ömlesztett, darabáru vagy zsákolt anyagok vízszintes és ferde szállítására egyaránt használható.

A szállítószalagnak sokféle változata van, de a működési elve, szerkezete hasonló.

A szállítószalag (12.1. ábra) végtelenített hevedere (1) a gép végén elhelyezett hengerek körül – hajtó- (3) és feszítődob (4) - és a közöttük lévő tartógörgőkön végez haladó mozgást. A szállítást általában a felső ág végzi, ezért a behajlás elkerülésének érdekében ez az ág sűrűbben van megtámasztva a szabadonfutó támasztógörgőkkel (2). A heveder mozgatását a heveder és a hajtódob közötti súrlódó kapcsolat teszi lehetővé. A hajtódobot villanymotor forgatja lassító áttételen keresztül.

A szállítószalag részét képezik még a szállítandó anyag hevederre juttatását segítő különféle feladó szerkezetek, az anyag elvezetésére szolgáló leadó szerkezetek, valamint a heveder- és dobtisztítók és a szalagváz.

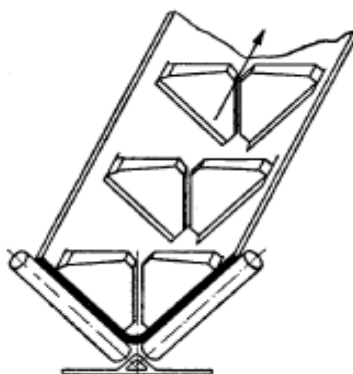


12.1. ábra. Hevederes szállítószalag

1. szállítóheveder; 2. alátámasztó görgők; 3. hajtódob; 4. feszítődob; 5. terelődob;
6. feladógarat; 7. ledobó surrantó; 8. feszítés

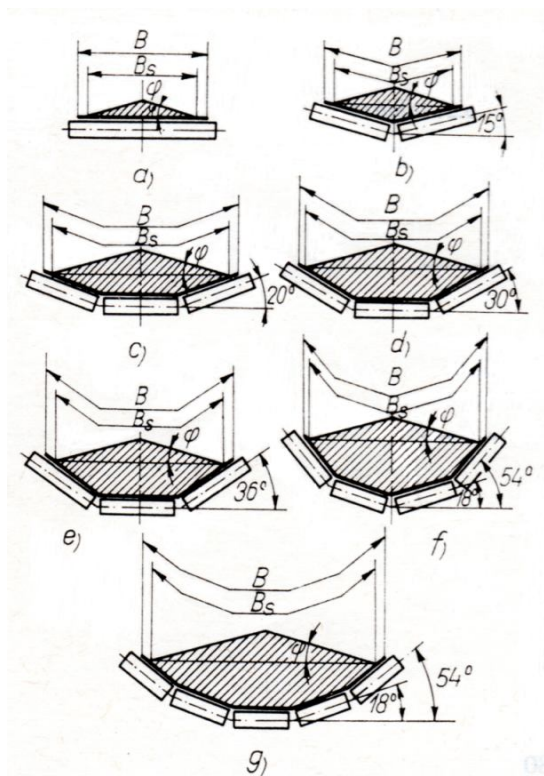
A heveder anyaga a szállított áru jellegének függvénye. Lehet textil, textilbetétes gumi, műanyag, acél vagy sodronyszövet. A heveder nyúlása miatt utánfeszítésről (8) gondoskodni kell. Ez a nem hajtott hevederdob (4) állításával történhet.

A szállítás iránya lehet vízszintes, ferde vagy ezek íves szakaszokkal összekapcsolt változata. A szalag lejtését a heveder anyaga, és a szállított anyag jellemzői határozzák meg, ami általában 10-20°. Ferde irányú szállítás estében az anyag visszagurulásának megakadályozására a heveder szállító oldalára bordát (12.2. ábra) vagy lapátot vulkanizálnak. Ezzel a szalag emelkedési szöge 45-65°-ra növelhető. A visszagurulás elkerülésére esetenként ún. kanalakkal látják el a hevedert. Így például zöldborsó, uborka, alma akár 50°-os dőlésszögig is szállítható.



12.2. ábra. Gumibordás heveder [5]

A hevedert a behajlás elkerülése érdekében csapágyazott, szabadon futó szalaggörgőkkel támasztják alá a szállító- és az üres ág esetében is. A görgők sík, vagy különböző módon vályú formára alakítva vezetik a hevedert (12.3.a. és b. ábra). A vályús alátámasztást két, három vagy öt görgővel valósítják meg.



12.3.a. ábra. A hevederek alátámasztása görgőkkel [5]

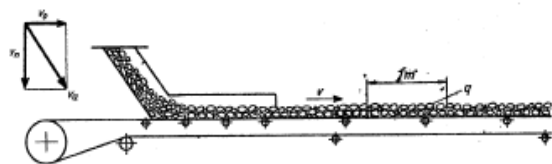


12.3.b. ábra Többgörgős vályúsítás [18]

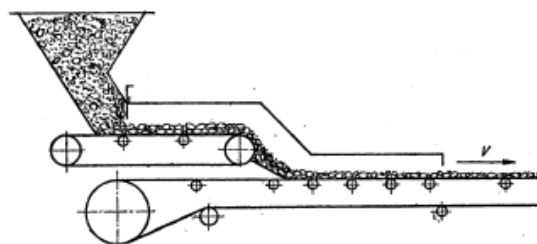
Egyenes alátámasztású görgőket darabáru szállítására használatos sík szalagoknál, kis szállítási teljesítményű ömlesztett anyagot szállító szalagoknál és kis sebességű válogatószalagoknál építenek be. Ömlesztett áru szállításakor nagyobb szállítóteljesítmény érhető el, ha a szállítópálya vályús alátámasztású.

A szállítandó anyag feladása és leválasztása

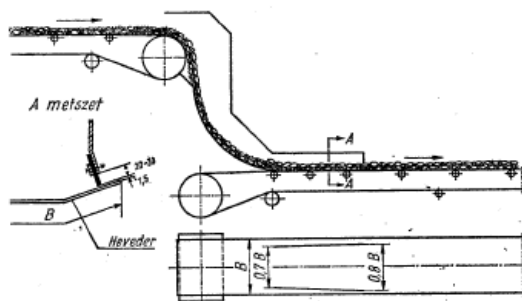
A szállítandó anyag feladása (12.4 ábra) a szalagra általában valamilyen feladószerkezet segítségével történik. Fő szempont, hogy az áru és a heveder rongálódása minél kisebb legyen. Ezért oly módon kell a szalagra vezetni a szállítandó anyagot, hogy a szalagra érkezéskor megegyezzen a sebességének nagysága és iránya a szalag sebességének nagyságával és irányával.



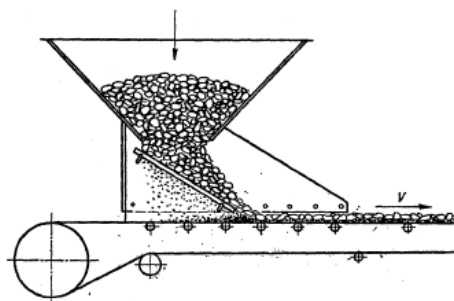
a.) Anyagfeladó surrantó



b.) Anyagfeladás feladószalaggal



c.) Ívelt anyagfeladó surrantó

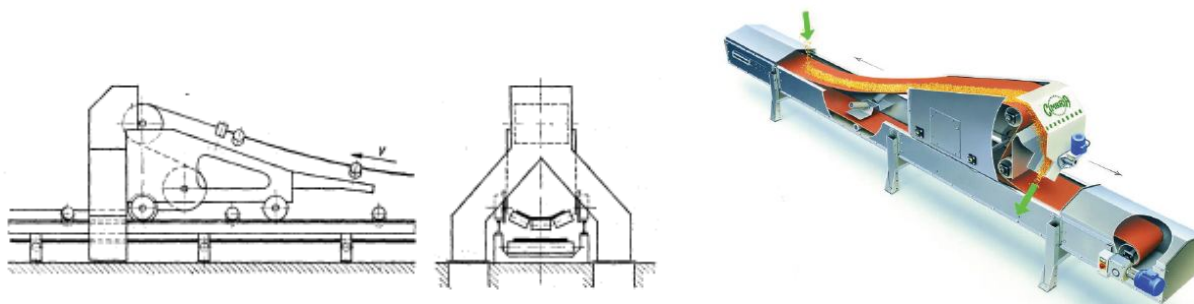


d.) Anyagfeladó surrantó beépített rostával

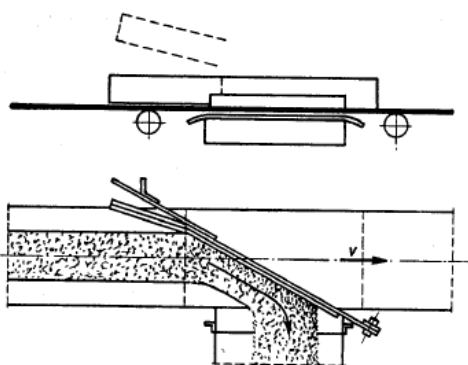
12.4. ábra Anyagfeladó szerkezetek [5]

Az anyagleválasztás gyakran a szalag végén történik a végdobon. A dobrol a szállított anyag az elvezető surrantóba kerül, ami továbbítja a szükséges helyre. Megoldható az anyagleválasztás bárhol a szalag mentén is, beépített vagy mozgó anyagleválasztó szerkezetek segítségével. Fő szempont ekkor is, hogy az anyag és a heveder rongálódása minél kisebb legyen.

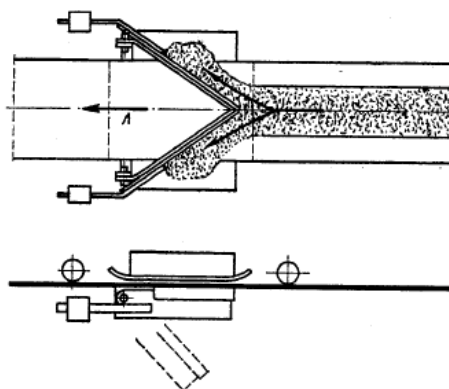
A 12.5. ábra az anyagleadó szerkezetekre mutat példákat. A **ledobókocsi** (12.5.a. ábra) ledobódobja a szalag síkja fölött van elhelyezve egy irányváltó dobbal együtt. A ledobódobról a leválasztott anyagot az egy- vagy kétoldalas surrantó vezeti el. A ledobódobpár lehet helyhez kötött vagy kocsi szerelt. A kocsi a szalag hossza mentén bárhová állítható, és a szalag működése közben mozgatható is előre-hátra, így a hevederről az anyag bárhol leválasztható.



a.) Ledobókocsi [5, 14]



b.) Egyoldalas lekotró [5]



c.) Lekotróeke [5]

12.5. ábra Anyagleadó szerkezetek

Kis helyszükségletű, egyszerű és olcsó szerkezet a lekotrólap, mely segítségével a szalag mentén bárhol megoldható az anyagleválasztás. Könnyű darabáruk esetében egyoldalas **lekotrólap** (12.5.b. ábra), míg nem koptató aprószemcsés ömlesztett anyagokhoz az egyoldalas lekotrólap és a **lekotróeke** (12.5.c. ábra) is használható.

A szállítószalag szállítóképessége

A szállítószalag szállítóképességén a szállítószalaggal időegység alatt továbbított anyag mennyiségét értjük. Jele: Q , mértékegysége: t/h esetleg kg/sec

$$Q = 3,6 A \rho v c \quad [t/h] \quad (12.1.)$$

ahol: A : a hevederre felrakható anyag keresztmetszete [m^2], ρ : a szállított anyag sűrűsége [kg/m^3], v : a szalag sebessége [m/s], c : a szalag emelkedési szögétől és a feladás módjától függő tényező.

A gumihevederes szállítószalag jellemzői

Előnyök:

- sokoldalúan használható
- ömlesztett, darabárak vagy zsákolt anyagok is szállíthatók vele
- egyszerű szerkezet
- nagy szállítóképesség
- kis energiaszükséglet
- zajtalan üzem
- szállítótávolság tág határok között megválasztható (1-2 m... több 100,... esetleg több 1000 m)
- egyszerű anyagfeladás
- a szalagba könnyen beépíthetők:
 - szalagmérlegek
 - vaskiválasztó mágnesek
 - fémdetektorok

Hátrányok:

- gondos karbantartást igényel
- a gumiheveder drága, sérülését azonnal javítani kell, a textilbetétek védelme érdekében
- a ferde szállítás emelkedési szöge korlátozott, így nagyobb szállítási magassághoz viszonylag nagy hosszúság szükséges
- az emelkedési szög úgy növelhető, ha a heveder szállító oldalára bordát vagy lapot vulkanizálnak
- 60°C-nál melegebb anyaghoz különleges, hőálló heveder szükséges.
- poros és lisztszerű anyagok szállításakor (12.6. ábra) különösen nagyobb szállítási sebesség esetén porképződés lép föl, ami elszívó berendezéssel minimalizálható
- a nagyon nedves, tapadós-anyagok a hevederhez tapadnak, és a leadási helyeken csak nehezen választhatók le.
- nagy darabos, nagy halmazsűrűségű anyagok szállítására nem célszerű alkalmazni, mert a hevedert rövid idő alatt tönkretennék



12.6. ábra. Kristálycukor átadási pontja elszívással [17]

Acél-, sodronyhevederes és egyéb szállítószalagok

Szerkezetükben és felépítésükben hasonlóak a gumihevederes szállítószalagokhoz.

Az acélhevederes szállítószalagok gumiheveder helyett szénacélból vagy rozsdamentes acélból hideg hengerléssel előállított acélhevederrel rendelkeznek. Használatuk előnyös az élelmiszerek szállításakor is. Alkalmazhatók darabáruhoz és ömlesztett anyagokhoz egyaránt. A gumihevederes szalagokhoz hasonlóan lehetnek sík vagy vályús kialakításúak.

Előnyei: nagy hőálló képesség, külső hatásokkal, koptatással, rozsdásodással szembeni ellenállás, a heveder könnyű tisztán tartása.

Hátránya: a helyszükséglete nagyobb, mint a gumihevederes szalagoknak, az acélheveder drága.

A sodronyhevederes szállítószalagok (12.7. ábra) szállítóhevedere acél- vagy fémszálakból van fonva, ezért a hevedert a rugalmasság, és a hőhatással illetve kopással szembeni ellenállás jellemzi.

A hevederes szállítószalagok a szállítási feladatokon kívül a technológiai műveletekhez is alkalmazhatók. Például az élelmiszeriparban is jól használható a sodronyhevederes szállítószalag, mivel a drótfonatok közötti réseken könnyen átáramlik a szárító- vagy hűtőlevegő, a víz vagy a hámozást végző lúgoldat. A gumihevederes szállítószalag jól alkalmazható a válogatási és osztályozási műveletek elvégzésére.



12.7. ábra. Sodronyhevederes szállítószalag [26]

Egyéb szállítószalagok:

Tagos szállítószalag

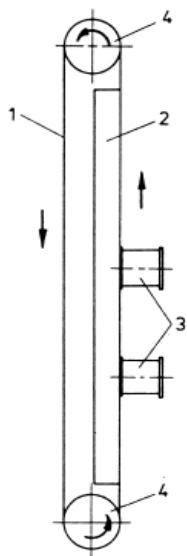
Különböző edényzetek (öblös üveg, palack, fémdoboz stb.) vízszintes, ferde és ívelt pályán történő szállítására alkalmazható.



A szállítószalag típuselemekből van felépítve (12.8. ábra), a közbenső elemek számának változtatásával a kívánt hossz előállítható. A típuselemek oldható kötéssel vannak rögzítve, így az üzemenlési igényeknek megfelelő szalaghossz a közbenső elemek változtatásával a helyszínen csavarozással kivitelezhető.

12.8. ábra. Tagos szállító szalag [15]

Mágneses dobozemelő



A mágneses dobozemelő (12.9. ábra) egy függőleges elrendezésű speciális szállítószalag. Jól alkalmazható a mágnesezhető fémdobozok szállítására, töltött állapotban is maximálisan 1kg-os tömegig.

A heveder (1) szállító ága alatt állandómágneses rendszer (2) található. A fémdoboz (3) a mágneses erő hatására a hevedernek szorul, és a hevederrel együtt felfelé halad. A dobozok fel- és levezetését gurító- illetve leterelő korlátrendszerek végzik. Előnyük a zajtalan szállítás, mivel a dobozok nem érnek egymáshoz.

12.9. ábra. Mágneses dobozemelő [40]

12.2. Serleges elevátorok



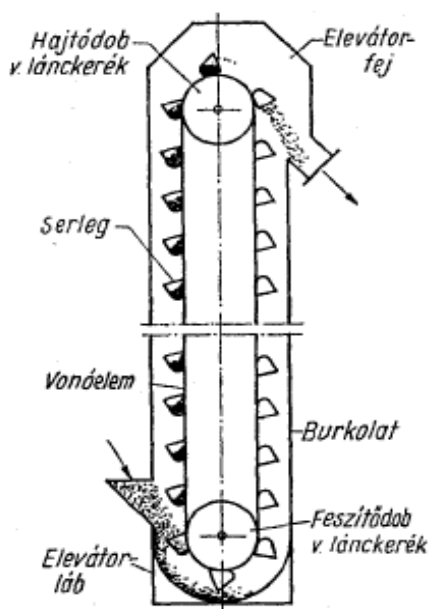
A serleges elevátorok (12.10. ábra) poros, apró szemcséjű és darabos ömlesztett anyagokat függőleges vagy 45^0 -nál meredekebb ferde irányban szállítanak. A függőleges szállítás legelterjedtebb berendezése.

A serleges felhordó (12.11. ábra) fő szerkezeti részei:

- a meghajtást és kiömlést magába foglaló felvonófej
- a beömlést és az árufelszedést szolgáló felvonóláb a feszítődobbal
- a szállítást végző serlegekkel szerelt vonóelem
- felvonószár

12.10. ábra. Elevátor. Répaszelet szállítás [17]

A serleges elevátor szállítóelemei a végtelenített vonóelemre erősített serlegek. A szállítandó anyag az elevátor alsó részébe kerül, majd a serlegek fölemelik, és a felső hajtó lánckeréken vagy dobon átfordulás után az elvezető surrantóba öntik. Az emelési magasság általában 25 - 30 méter, de 40 - 50 métert is elérhet, szállítóképesség $5...200 \text{ m}^3/\text{h}$



12.11. ábra. Serleges elevátor [5, 14]

A vonóelem az üzemviszonyoktól és a szállított anyag tulajdonságaitól függően lehet heveder (12.12.a. ábra) vagy lánc (12.12.b. ábra). Így a hajtás hajtódobbal illetve

lánckerékkel történik. Üzemzavarszerű leállásnál a telt hevederág a szerkezetet visszafelé forgathatja, amit műszaki és balesetvédelmi szempontok miatt is kerülni kell. Megakadályozására a serleges felvonó hajtásába visszafutásgátló szerkezetet építenek be.

A vonóelem megfelelő feszítését is biztosítani kell a megcsúszás elkerülése érdekében. Legtöbbször súly- vagy csavarorsós feszítőszerkezetet alkalmaznak, mely az alsó visszaterelő szerkezeten található. A feszítés során a vonóelem legalább egy serlegosztással rövidíthető.

Gumihevederes vonóelemet alkalmaznak általában, ha könnyen ömlő poros és apró szemcséjű anyagokat (például gabona, liszt, különféle magvak) közepes szállítási magasságú függőleges elevátorokban nagy szállítási sebességgel mozgatnak. Sodronyhevedert és acélsodronykötelet koptató, meleg anyag szállításakor építenek be. Lánc vonóelem használata a kis és közepes sebességű elevátoroknál jellemző. A lánc a serleg háta mögött egy sorban, vagy két párhuzamos ágban, vagy a serleg két oldalán van vezetve.

A serlegek kialakítása, töltése és ürítése

Az ömlesztett anyagokat a serlegek szállítják. A serleg alakját és térfogatát a szállított anyag tulajdonságainak, az elevátor töltési- és ürítési viszonyainak és a szállítóképességnek megfelelően kell megválasztani. A serlegek anyaga leggyakrabban acéllemez, erősen koptató anyaghoz öntöttvas. Használnak azonban műanyagból készült serlegeket is.



12.12.a. ábra. Serlegek [14]



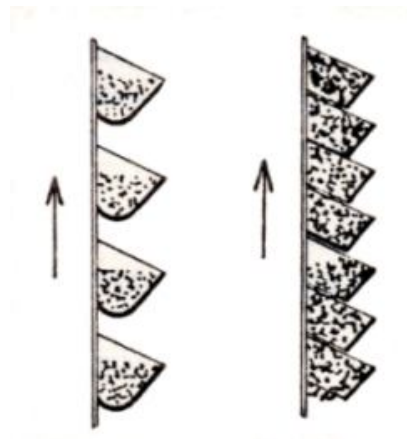
12.12.b. ábra Láncos elevátor kanálfelfüggesztésének módja [17]

Az elevátorok kétféle jellegzetes típusú serleggel készülnek, a mély és lapos változattal. A mély serlegeket száraz és könnyen ömlő, a lapos serlegeket nedvesebb, kissé tapadó tulajdonságú ömlesztett anyagokhoz használják.

A serlegek (12.13. ábra) lehetnek normál „fenekes” és „feneketlen” kialakításúak. A „feneketlen”, folyamatos serlegelrendezéssel folyamatosabb anyagáramlást lehet elérni, ami kisebb fajlagos energia felhasználás mellett nagyobb teljesítményt eredményez.



12.13. a. ábra. Serlegek és serleg csavarok [27]

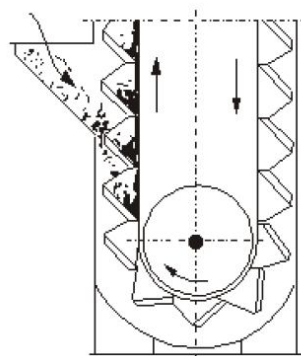
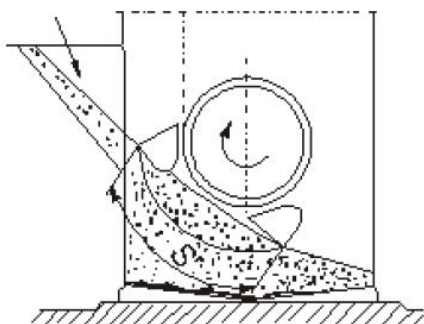


12.13.b. ábra Normál és feneketlen serlegek, serlegelrendezés szakaszos és folyamatos [32]

A serlegek töltése (12.14. ábra) merítéssel vagy közvetlen adagolással történik.

Merítésnél a szállítandó anyagot az elevátor lábrészébe vezetik, ahol annak a legmélyebb pontján összegyűlik. Így a serleg miután az alsó dobon átfordul, felfelé haladása közben az anyagba merül, és felviszi. Ezt az anyagfelvételi módot könnyen ömleszthető porszerű és szemcsés anyagok szállításánál alkalmazzák.

A **közvetlen töltést** darabos, nehezen meríthető, koptató hatású anyagoknál alkalmazzák. Ekkor a surrantóból az anyag közvetlenül a serlegekbe kerül. Csak annyi anyag jut a serlegekbe, melyet azok zavartalanul el tudnak szállítani. Ekkor a kis serlegosztás, vagy folytonos serlegelrendezés jellemző.

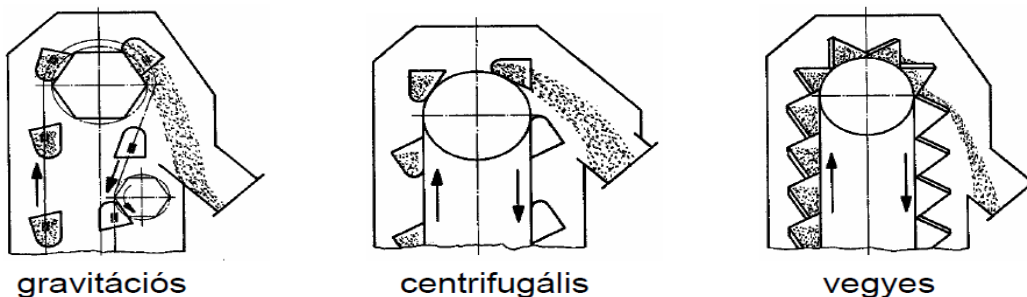


12.14. ábra A serlegek töltése a.) merítéssel b.) közvetlen töltéssel [29]

A serlegek ürítése a serlegfejben történik. Az ürítés módja (12.15. ábra) lehet gravitációs, centrifugális vagy vegyes.

A serlegek ürítésekor az anyagszemcsékre a felső dobon való átfordulás közben fellépő centrifugális- és gravitációs erők hatnak, melyek megszabják a kirepülő szemcsék

röppályáját. Ez pedig meghatározza az elevátorburkolat kialakítását. Tehát az ürítés módja nagymértékben függ a sebességtől. Az anyagfeladó surrantó kialakítása az ürítéshez igazodik.



12.15. ábra A serlegek ürítése [5]

Gravitációs ürítést nagy darabos, nehezen ürülő, összeálló ömlesztett, vagy kisdarabos erősen koptató anyagok szállításakor; centrifugális ürítést száraz, szemcsés, szennyeződésmentes, nem nagyon koptató és nem tapadó anyagok esetében, és vegyes ürítést nagyobb nedvesség tartalmú, szennyezett szemcsés vagy kisdarabos erősen koptató anyagok szállításakor használnak.

3.2.2. A serleges elevátor szállítóképessége

$$Q = 3,6 \frac{V_0}{i} \rho \varphi v \quad [\text{t/h}] \quad (12.2.)$$

ahol: V_0 : egy serleg térfogata [m^3], i : a serlegtávolság [m], ρ : a szállított anyag sűrűsége [kg/m^3], v : a szállítósebesség [m/s], φ : a serlegtöltési tényező.

A serleges elevátor jellemzői

Előnyök:

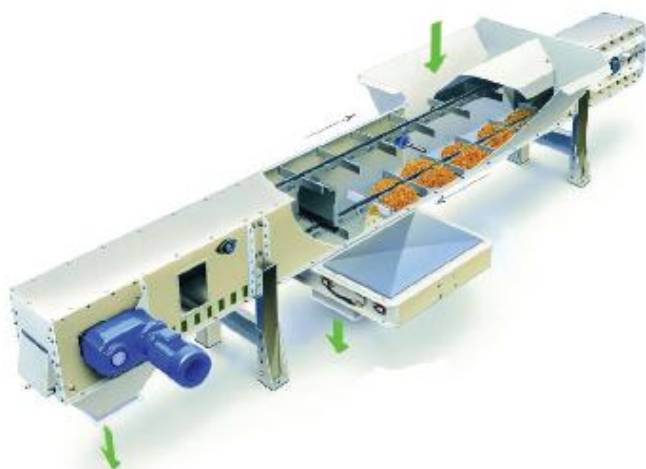
- egyszerű kezelés
- nagy szállítóteljesítmény
- viszonylag kis helyszükséglet
- pormentes üzem
- gumihevederes vonóelem esetén zajmentesség

Hátrányok:

- a szállított anyag aprózódik
- zárt házban működő szállító- és vonóelemek gyakori meghibásodása
- koptató anyagok szállításakor a serlegek és a vonóelem nagy kopása
- nagyobb szemcseméretű és tapadós anyagoknál a serlegek eltömődhetnek

12.3. Rédler (Láncos szállító)

A rédlert (12.16. ábra) apró szemű és lisztes ömlesztett anyagok, például gabonák, granulátumok és különféle őrölt anyagok általában vízszintes-, ferde- esetleg függőleges irányú szállítására alkalmazzák. Kopásra hajlamos, törékeny, morzsalékos vagy nedves áruk szállítására nem valók.



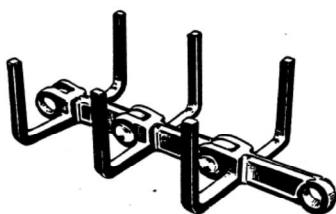
A rédler vonó- és szállítóeleme teljesen zárt acéllemez csatornában futó végtelenített lánc, mely továbbító karokkal, kaparóelemekkel van ellátva. A szállítandó anyag a láncszakok közé kerül. A láncszakok továbbítják a terményt, mivel a termény sűrűsége a vályúhoz kisebb, mint a lánc ellenállása. Az anyag a szállítás közben kissé lemarad a láncból képest.

12.16. ábra. Rédler [14]

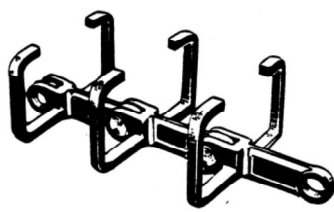
A láncszakok (12.17.ábra) alakját a szállítandó anyag fizikai tulajdonságai, és a szállítás iránya határozzák meg.



a.)



b.)



c.)

12.17. ábra. Rédler lánc [22]

- a.) szemes és lisztes anyagok vízszintes szállításához,
- b.) szemes anyagok ferde és függőleges szállításához,
- c.) lisztes anyagok ferde és függőleges szállításához.

A gép csendesebb működésének érdekében készülhet kopásálló műanyag fenéklemezzel, valamint a maradékanyag mentes szállításhoz a lánc gumi seprőlapátos kivitelben.

A rédler-vályú 2 - 4 méteres szakaszokból könnyen összeépíthető a kívánt hosszúságúra. Az irányeltéréseket lánckerekekkel vagy 2 - 5 méter sugarú íves vezetőek közéiktatásával oldják meg. A láncsebesség 0,2 - 0,4 m/s, de maximum 0,5 - 0,7 m/s lehet.

Az anyagfeladás és anyagleadás a vályú megfelelő beépített nyílásain keresztül bárhol megoldható, akár több helyen is. Adagolásra nincs szükség, a feladó surrantóból annyi anyagot szállít el, amennyit teljes egészében továbbítani tud. Az anyagleadás a vályú alsó síkján vagy oldalán kialakított kiömlőnyílásokon keresztül történhet. Több kiömlőnyílás esetén azok nyitásáról, zárásáról gondoskodni kell tolózárrel vagy pl. fogasléccl mozgatható elzárólemezzel. A vályút a felső és alsó láncág között el lehet választani lemezlapok beszerelésével. Ekkor a felső láncág is felhasználható ellentétes irányú anyagszállításra.



A rédler szállítóképessége

$$Q = 3,6ab\rho v c \quad [\text{t/h}] \quad (12.3.)$$

ahol: a az anyagáram rétegvastagsága [m], b a csatorna szélessége [m], ρ a szállított anyag sűrűsége [kg/m^3], v a szállítósebesség [m/s], c a rédler típusától és a szállított anyag jellemzőitől függő teljesítménycsökkentő tényező.

A rédler jellemzői

Előnyök:

- egyszerű, könnyen szerelhető szerkezet
- kis helyszükséglet
- pormentes szállítás
- magas hőmérsékletű ($400-500^\circ\text{C}$) anyagok is szállíthatók vele
- az anyag egyidejűleg több helyen is feladható és levehető.
- a két ágon egyidejűleg kétirányú szállítás is lehetséges

Hátrányok:

- nagymértékű kopás (csökkenthető kopásálló acél alkalmazásával, a vályút elláthatják üveg- vagy bazalt béléssel)
- érzékeny a szállított anyag tulajdonságaira

12.4. Szállítócsiga

A szállítócsigát ömlesztett aprószemcsés, dercés, lisztes valamint porszerű anyagok vízszintes, ferde- és függőleges irányú szállítására alkalmazzák. Egyszerű szerkezeti felépítésű, fő egységei: a ház, a csiga és a hajtás. A szállítóeleme a csiga, amely felnyitható fedelű vagy könnyen szerelhető fedéllel ellátott vályúban (12.18. ábra), vagy körszelvényű csőben van beépítve. A csiga egy forgó csavarfelület, mely a szállítandó anyagot tengelyirányban továbbítja a kiömlőnyílás felé.

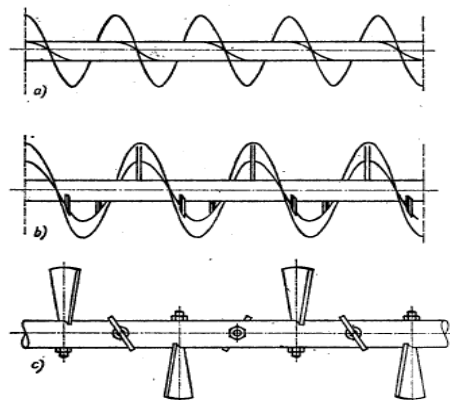
Az anyagtovábbítás feltétele, hogy a súrlódási tényező a szállított ömlesztett anyag és a ház között nagyobb legyen, mint az anyag és a csigaszárnyak között. Ez a száraz, nem tapadós anyagoknál általában megvalósul. Tapadós, összeálló anyag szállítására viszont nem alkalmas, mert az ráragad a csigaszárnyakra, körbeforog a csigával, és nem halad előre.

A csigaköpeny el van látva a megfelelő helyen kialakított anyagfeladó és ürítő csatlakozásokkal. A csiga a két végén gördülőcsapágyba ágyazott cső keresztmetszetű csigatengelyből és a csavarmenetszerűen kialakított szárnyakból (12.19. ábra) áll. A csiga teljes hossza 2...3 m hosszú tengelyszakaszokból építhető össze, az összekapcsolódás kialakítása olyan, hogy ott egyúttal a tengely megtámasztását végző függesztő csapágyazás is kiképezhető. A lemezcsigát porszerű és szemcsés, a szalagcsigát darabos és tapadós, a lapátos csigát ragadós anyagokhoz alkalmazzák.

Vannak köpeny nélküli szállítócsigák is, amelynél a burkolatot a csigatengelyt körülölelő ömlesztett anyag (főként szemes termény) helyettesíti. Ezeket a változatokat elsősorban a gabona-, illetve takarmánygyártó iparban alkalmazzák.



12.18. ábra Szállítócsiga és szállítóeleme [23]



12.19. ábra Csigaszárnyfajták [5]
a.) csigalemez; b) csigaszalag;
c) csigalapát

A szállítócsigákat rövid szállítási távolságra és kis szállítóteljesítményre gazdaságos alkalmazni. A szállítócsigák előnyei az egyszerű anyag fel- és leadás, a kevés mozgó alkatrész, a kis keresztmetszet, egyben a kis helyszükséglet. E mellett más technológiai folyamatok is végbemehetnek egyidejűleg (hűtés, keverés, nedvesítés, adagolás stb.) Zárt kialakítás esetén akár mérgező vagy robbanásveszélyes anyagok is szállíthatók vele. Hátránya, hogy törmelékképződésre hajlamos anyaghoz nem célszerű alkalmazni, mert a csiga erősen töri, és a berendezés felületei is intenzíven kopnak.

A szállítócsiga szállítóképessége:

$$Q = 3,6 \frac{D^2 \pi}{4} \frac{sn}{60} \rho_h \phi \quad [\text{t/h}] \quad (12.4)$$

ahol: D a csiga névleges átmérője [m], n a csigatengely fordulatszáma [1/min], s a csigaszárny menetemelkedése [m], ρ_h a szállított anyag halmazsűrűsége [kg/m^3], ϕ a töltési tényező.

Szállítóképességük $1 \dots 300 \text{ m}^3/\text{h}$, a szállítási hossz 50 m-ig terjedhet.

A 12.20. ábra szállítócsigákra mutat alkalmazási példákat. A 12.20.a. ábrán osztályozott cukor anyagmozgatására szolgáló szállítócsiga látható, mely külön-külön elzárható kétirányú kiadagolással van kiépítve, a 12.20.b. ábrán a csiga elevátor megtáplálását végzi.



a.



b.

12.20. ábra. Szállítócsigák alkalmazási példái [17]

12.5. Gravitációs szállítóberendezések

Függőleges vagy ferdén lefelé irányú anyagszállításra alkalmas berendezések. Közvetlen energia befektetésre nincs szükség, az anyag saját tömege illetve a helyzeti energiája biztosítja a szállítást. Ilyen berendezések: csúszdák, surrantók (futócsövek) és a nem hajtott görgősorok.

12.5.1. Csúszdák

A csúszda lejtőszögének megválasztásakor az a szempont, hogy a ráhelyezett anyag elinduljon és lecsússzon a csúszdapályán, de a sebessége a megengedhető maximális értéket ne haladja meg. A végsebesség 1,5 – 2 m/s –nál ne legyen nagyobb.

A csúszdákat derékszögű vagy lekerekített keresztmetszettel készítik, zsákolt és darabos anyagok továbbítására alkalmazzák. Ha az anyag nagyobb magasságról történő leszállítása a feladat, csigacsúszdával (12.21. ábra) célszerű megoldani, melynél a csúszópálya csavarvonal mentén van kialakítva. Darab- és ömlesztett áru estén a középoszlopra nyitott spirálpályát, míg poros anyagok szállításakor középoszlop nélküli kivitelben, egy-három menetű csőből készített spirálpályát alakítanak ki. A spirálcúszdák kis helyszükségletűek, beépíthetők csomagoló vonalba, de egyedi berendezésként is alkalmazhatóak.



12.21. ábra. Spirálcsúszda [16]

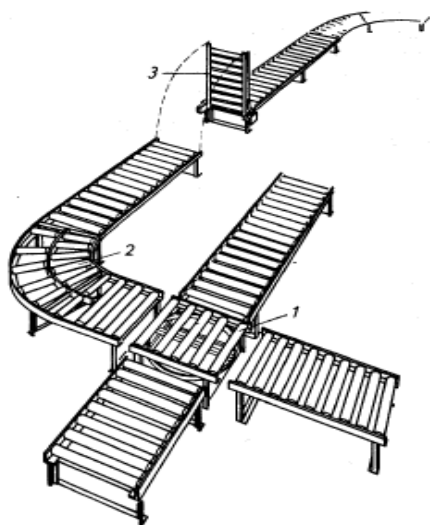
12.5.2. Gördülőelemes szállítópályák

A gördülőelemes szállítópályákkal (12.22. és 12.23. ábra) 1 - 3000 kg tömegű legalább egyik oldalán síkfelületű darabáru, vagy gyűjtőcsomag továbbítható vízszintesen és kis szögben. A szállítandó termék továbbítását, a termék alátámasztását is biztosító gördülőelemek végzik. A gördülőelemek szerint megkülönböztetnek görgős-, görgőtárcsás- és golyóspályákat. A gördülőelemeket lábakkal esetleg konzollal alátámasztott, vagy függesztett vázszerkezetbe építik. A gördülőelemes pályákat a kívánt hosszban és szélességben gyártják a technológiai és a helyi igényekhez igazodóan.

Szerkezeti kialakításuk és működésük alapján a gördülőelemes pályák lehetnek nem hajtott és hajtott kivitelűek. Csak a nem hajtott változatúak sorolhatók a gravitációs szállítóberendezések csoportjába. A hajtás nélküli pályák állhatnak vízszintes vonalvezetésű (szabadonfutó) és enyhe lejtésű (gravitációs) szakaszokból. A hajtott görgős pályák a szállítandó terméket vízszintesen is, és a megcsúszás határáig emelkedő pályán is továbbíthatják.

A görgőtárcsás pályáknál egy-egy tengelyre több tárcsát fűznek föl, melyek lemezből vagy műanyagból készülnek, és távtartókkal vannak elválasztva. A tárcsák elrendezését és a tengelyek távolságát a mozgatott tárgy méretei határozzák meg.

A gördülőelemes pályák beruházás szempontjából olcsó szállítóeszközök, egyszerű és biztonságos berendezések, üzemelési költségük is minimális. Zajtalan működés, könnyű átszerelhetőség jellemzi. Hátránya, hogy az üzemi közlekedő utak forgalmát akadályozza.



12.22. ábra. A görgős szállítópálya elemei [5]

1. fordítókorong; 2. íves pályaszakasz;
3. felhajtható görgős szállítópálya-szakasz



12.23. ábra. Görgőspálya és golyóasztal [21]

12.6. Pneumatikus szállítás

A pneumatikus úton szemes, szálas, porszerű vagy kevésbé darabos, kis sűrűségű anyagokat lehet szállítani, például a tárházakban a gabonát, a malmokban az őrleményeket, stb. A meghatározott sebességű és nyomású légáramba kerülő anyagrészecskéket a légáram magával viszi, ha a légellenállásból származó erő nagyobb, mint a szemcsék elmozdításához szükséges erő.

A levegővel történő szállítás két formája:

- hígáramú szállítás, ami a tulajdonképpeni pneumatikus szállítás
- sűrűáramú, az ún. fluidizációs szállítás.

Adott terménytömeg szállításához meghatározott mennyiségű levegőre van szükség. A keverési arány az időegység alatt szállított anyag tömegének és a csővezetékben áramló levegő tömegének hányadosa.

$$\mu = \frac{Q_a}{Q_l} \quad (12.5.)$$

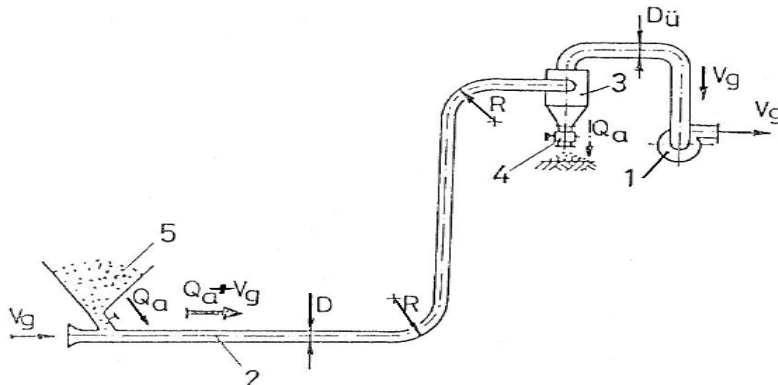
ahol: μ a keverési arány, Q_a az időegység alatt szállított anyag tömege [kg/s], Q_l az időegység alatt áramló szállítólevegő tömege [kg/s].

Pneumatikus szállítóberendezésekben az anyagszállítást nagy sebességgel áramló levegő végzi, a keverési arány kicsi. A szállítólevegő sebességének szokásos értéke a lebegtetési sebesség 1,5-2,5-szerese. (A lebegtetési sebesség a légáramnak az a sebessége, mellynél a légáramba vezetett részecske lebegésben marad.) A légsebesség például a szemes terményeknél 20-35 m/s, darafélék, liszt esetében 5-15 m/s. Nagyobb légsebesség nagyobb szállítóképességet eredményez, de ez növekvő áramlási ellenállást és teljesítményigényt,

valamint a szállított szemcsék sérülését okozhatná. Fontos a keverési arányszám megfelelő értéke is. Ha túl nagy az értéke, a csővezeték kopása fokozottabbá válhat, és az iránytöréseknél dugulás is bekövetkezhet. Néhány példa a szokásos keverési arányszámokra pneumatikus szállítás esetén:

gabona, szemes termények	2...10
örlemények	2...5
lisztek, korpa	1...4
porelszívás	0,05...0,5

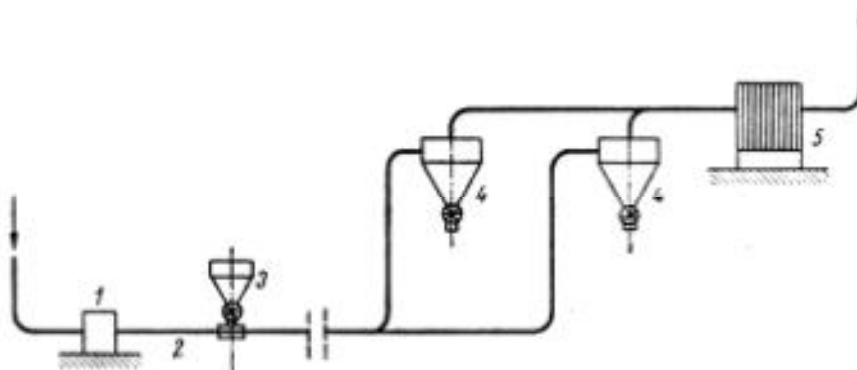
Pneumatikus szállításakor a levegő-szállítandó anyag elegye függőleges, vízszintes vagy ferde irányú, zárt csőben áramlik. A szállítóberendezés lehet szívó-, nyomó vagy vegyes üzemű.



12.24. ábra. Szívóüzemű pneumatikus szállítóberendezés [5]

1. légszállító gép, 2. szállítócső, 3. anyagleválasztó ciklon, 4. légelzáró adagoló, 5. adagoló garat

A szívóüzemű pneumatikus szállítóberendezés esetében (12.24. ábra) az adagoló garatból szabályozható mennyiségű anyag jut szállítócsőbe. A nagysebességű légáramot a légszállító gép (1) biztosítja. A levegő és a szállított anyag szétválasztását a ciklon végzi. A ciklon alján forgócellás vagy forgódobos adagoló található, mely az összegyűlt szemcséket kiadagolja, és a légzárást is biztosítja. A ciklonból a szállítólevegő felül távozik.

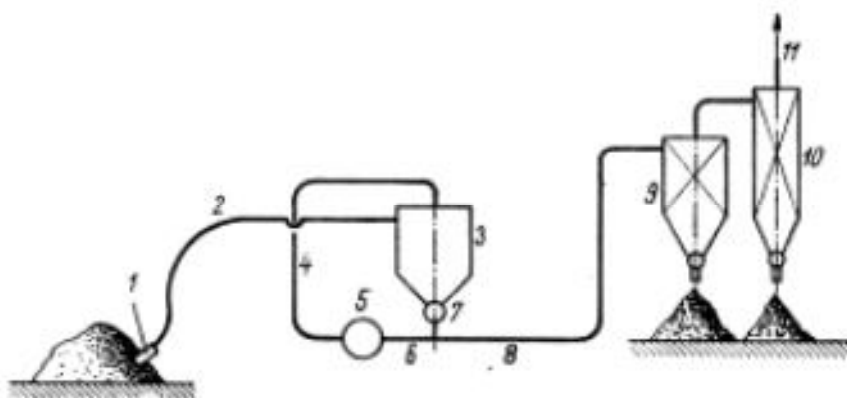


12.25. ábra. Nyomóüzemű pneumatikus szállítóberendezés [5]

1. kompresszor, 2. nyomócső, 3. szállítandó anyag tartálya cellás adagolóval, 4 anyagleválasztó ciklon, 5. porszűrő

A nyomóüzemű berendezésnél (12.25. ábra) a rendszer elején levő kompresszor (1) a légkörből beszívott levegőt sűríti, és nyomja a csővezetékbe (2). A beadagolás (3) légzárast biztosító adagolóval történik, pl. cellás adagolóval. A légárammal az anyag a kívánt helyre szállítható. A levegő és a szállított anyag szétválasztását itt is a ciklon végzi (4). A levegőben maradó port a porszűrő választja le.

A nyomóüzemű berendezést nagyobb távolságú szállításra alkalmazzák. A szállítócsőbe irányváltót is építenek, így a feladóhelyről több helyre tud szállítani.

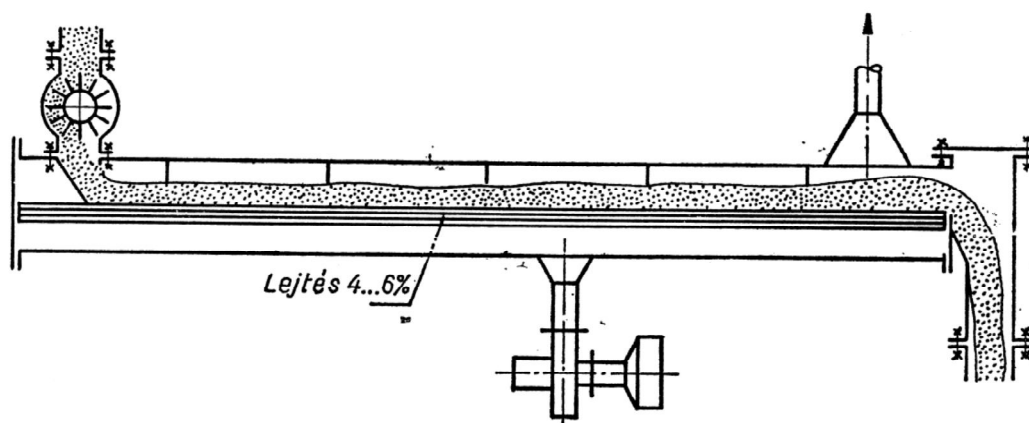


12.26. ábra. Vegyes üzemű pneumatikus szállítóberendezés [5]

1. szívófej, 2. szállítócső, 3. anyagleválasztó ciklon, 4. szívócső, 5. kompresszor,
6. nyomócső, 7. adagoló, 8. szállítócső, 9. anyagleválasztó, 10. porleválasztó,
11. szűrt levegő.

A vegyes üzemű pneumatikus szállítóberendezés (12.26. ábra) a szívó- és nyomóüzemű rendszer előnyeit egyesíti. Akkor alkalmazzák, amikor több helyről nagyobb távolságra kell szállítani.

Sűrűáramú, vagyis fluidizációs szállításra csak a finomabb szemcsézetű és porszerű anyagok alkalmasak. Fluidizációs szállítás csak nyomólevegős rendszerben történhet. Ekkor a levegőnek nem az a szerepe, hogy a szállítandó anyagot magával ragadja, hanem, hogy azt fluidizált állapotba hozza, és ebben az állapotban továbbítsa. Jellemzője, hogy kisebb a légsebesség, mint a pneumatikus szállításnál (nem több 5-6 m/s -nál), a levegő nyomása viszont lényegesen nagyobb.



12.27. ábra Léglazítós (aerációs) csatorna [5]

A léglazítós szállítócsatornát (12.27. ábra) magassági irányban középen kettéosztja a fluidizáló, légáteresztő réteg. Erre felülről adagolják az ömlesztett anyagot, melyet az alsó térbe túlnyomással bejuttatott levegő fellazít, és a néhány fokos lejtésű (3-8 %) csatornán a gravitációs erő hatására lefolyik a fluidizált anyag. A csatornából a levegőfelesleg a csatorna tetejére szerelt szűrőn keresztül távozik a szabadba.



13. ÉLELMISZERIPARI GÉPEK ÉS BERENDEZÉSEK

Az élelmiszer előállítás folyamata a nyersanyag átvételétől a késztermék üzemből való kiszállításáig történik.

Az élelmiszer-előállítás folyamatában részt vevő gépekkel szemben fokozott higiéniai, közegészségügyi követelményeket támasztanak. Az iparszerűen előállított élelmiszerek fajtáit igen széles spektrum jellemzi jelenleg is, de vannak olyan ágazatok, ahol folyamatosan bővül a termékválaszték, például a tej- vagy a hús termékek esetében. Ilyenkor a gépek cseréje, vagy a gépek folyamatos fejlesztése, illetve a többcélú gépek alkalmazása jelenthet megoldást. Némely ágazatban pl. zöldség-gyümölcs feldolgozás során jellemző a nagymértékű élőmunka-igény, sőt a szezonális is, ami főként higiéniai szempontból kedvezőtlen.

Mivel szerteágazó jellegű élelmiszeripari termékeket állítanak elő, a gyártási folyamatokhoz nyilvánvalóan számos művelet, gép és berendezés tartozik, amit ebben a témában írt könyvek szerzői különféleképpen csoportosítanak. Így például fontosak a feldolgozásra előkészítő gépek, a mechanikus műveletek gépei illetve a hő- és anyagátadás gépei [19]. A feldolgozásra előkészítő gépek csoportjába sorolhatók a mosógépek, ballasztanyag-eltávolító gépek, valamint az osztályozó berendezések. A mechanikus műveletek gépei közé tartoznak az aprítógépek, szűrők, centrifugák, adagoló berendezések, prések, formázógépek, keverőgépek, töltőgépek, bevonatképző berendezések, zárógépek illetve a termékjelölés gépei. A hő- és anyagátadás gépei a hűtőgépek, hőkezelő berendezések, bepárlók, lepárlók, szárítók, extraktőrök, diffúzió alapuló gépek, abszorbererek. Vannak szerzők, akik nagyobb csoportba sorolás nélkül a műveletekhez tartozó gépeket ismertetik.

Minden egyes műveletre többféle gépet is lehet alkalmazni, de csak néhány kiemelt példa bemutatására van a jelen terjedelemben lehetőség.

13.1. Feldolgozásra előkészítő gépek

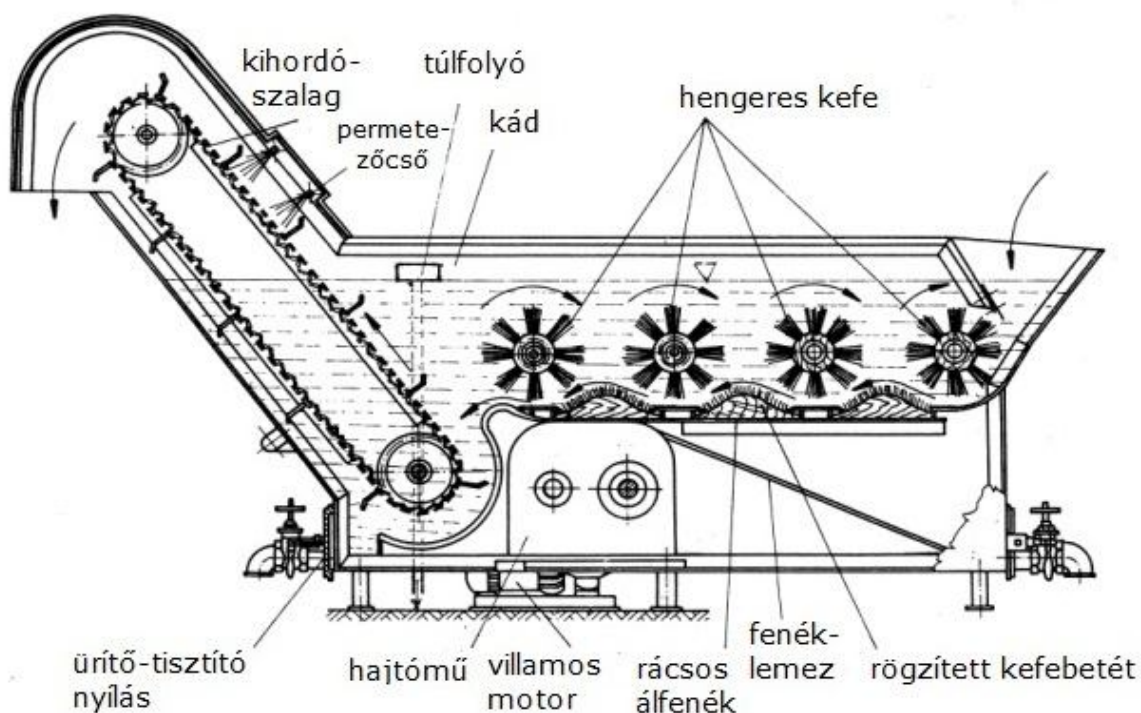
Az előkészítő gépek, berendezések a nyersanyagok tisztítását, az eszközök mosását, a ballasztanyagok eltávolítását végzik.

13.1.1. Tisztítás gépei

Az alapanyagok tisztítása történhet száraz vagy nedves eljárással. A száraz tisztítási eljárások – mint például a szitálás, koptatás, hántolás, stb. – előnye, hogy a megtisztított felület száraz marad, tehát a termék kevésbé hajlamos a romlásra, és viszonylag olcsóbb eljárás. A nedves tisztítási eljárások hatékonyan tudják eltávolítani az erősen megtapadó szennyeződések is, mivel az alapanyag vízzel végzett tisztítását időnként pl. mechanikus szenny-leválasztással párosíthatják. Az eszközök mosásakor vegyszereket, fertőtlenítőszereket is alkalmaznak. A mosógépek viszont vízigényesek, ezért előnyben kell részesíteni a víztakarékos megoldásokat.

A feldolgozandó nyersanyag a termőföldön és a szállítás közben is szennyeződhet. A mosógépek kialakítását a nyersanyag alakja, mérete, állaga és szennyezettsége határozza meg. Fontos szempont, hogy a mosás közben ne sérüljön a termék, a mosás hatékony és a víztakarékos legyen. A zöldség és gyümölcsfélék közül a kemény húsú termékekhez (pl. uborka, burgonya, alma) kefések, míg a lágy termékekhez (pl. málna, paradicsom, stb.) levegőt befúvó mosógépet alkalmaznak. A növényi termékek mosására használnak még úsztató vályúkat, ami a mosás és szállítási feladatokat is ellátja. Ezen kívül ide sorolhatjuk a flotációs, a lágytermék-mosó, a leveles zöldség mosó gépeket (parajmosó), valamint a dobmosó gépeket, melyek az erősen szennyezett termékek estében használatosak, mint pl. a burgonya vagy a gyökérzöldségek. Az öblítés pedig általában rápermetezett vízzel történik, így a szennyeződés biztosan nem jut vissza a nyersanyagra a mosóközegből. Mosást végezhetnek más művelet részeként is, például meggy, cseresznye, szilva szártépése permetező mosással együtt történik. A gépi hámozás műveletét is követi mosás.

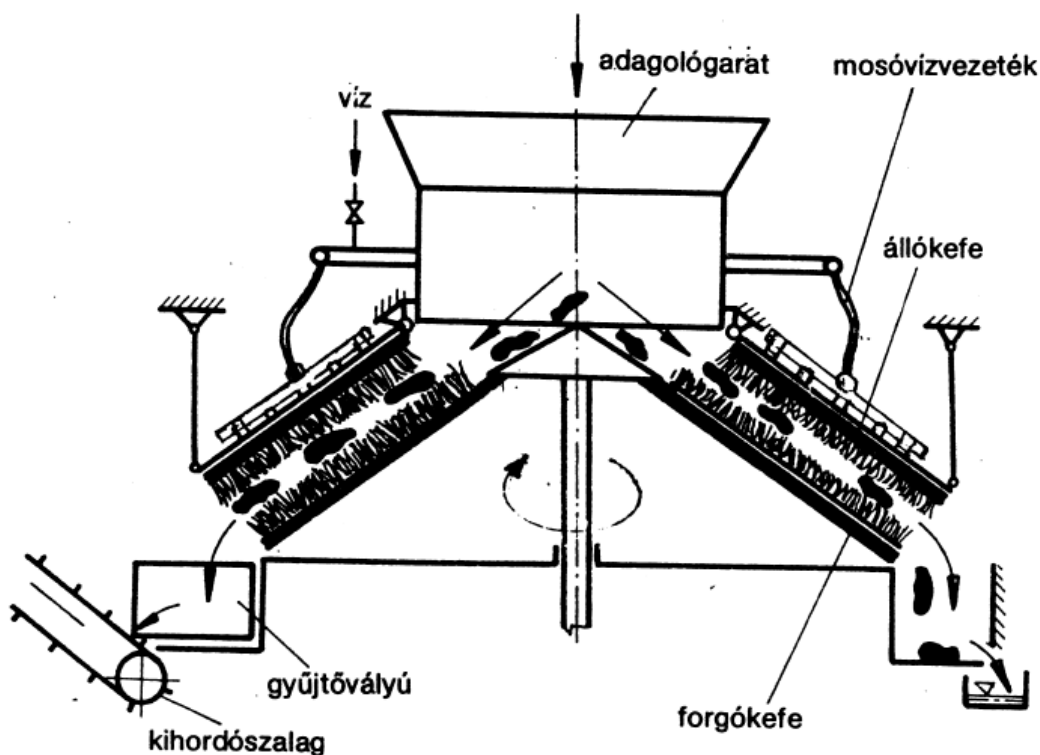
A **forgóhengeres kefesoros mosógép** (13.1. ábra) fő egysége a vízszintes elrendezésű kád, és a kád hossza mentén található párhuzamos tengelyű forgó kefék. A kád fenéklemeze fölött, a forgó kefék alatt ívelt álló kefék helyezkednek el. Mosáskor a kádat vízzel töltik fel. A tisztítandó nyersanyag a kád végénél kerül a gépbe. A forgó kefék hatására a víz áramlani kezd. A forgó kefék a terméket a kihordószalag irányába továbbítják a két kefesor közötti szűk résen át, miközben az dörzsölődik, így a termék tisztítását eredményezi. A tisztított terméket a kihordószalag lapátjai emelik ki a vízből. A mosóvízből kiemelt termék a kihordószalagon tisztavizes öblítés után lép ki a gépből, ami javítja a tisztítás hatásfokát.



13.1. ábra Forgóhengeres kefesoros mosógép [31]

A forgó és az álló keféknek a távolsága a termék méretének megfelelően beállítható. A gép teljesítőképessége átlagosan 3,0 t/h, ami változhat a gép hossz méretétől és a kefék számától függően.

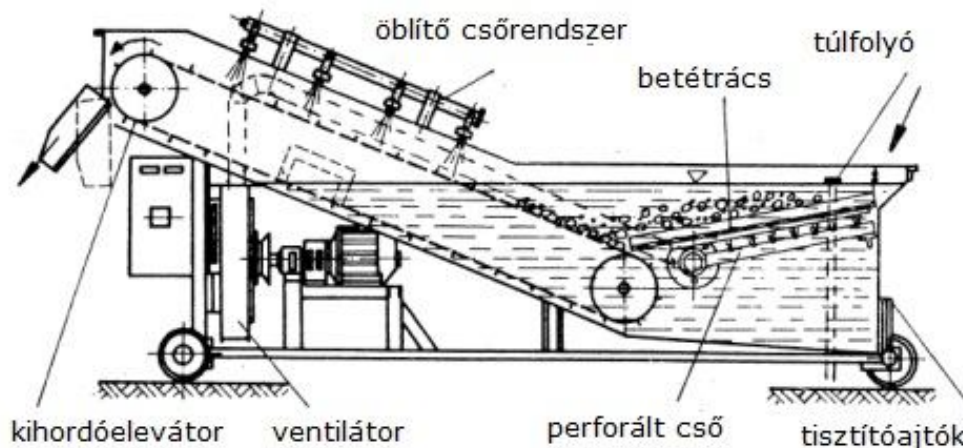
A **kúpos-kefés mosógép** (13.2. ábra) fölül lévő adagológaratjába töltött termék az álló és forgó kefe-felülete között halad végig. Az alsó kúp forog, a felső függesztve áll. A kefék közé vizet vezetnek. A termék a két kefesor között a kúppaláston csavarvonal mentén halad végig a gravitáció és a kefe forgásakor fellépő súrlódó-erő hatására. A kefék közül az anyag gyűjtő-vályúba, onnan kihordó szalagra kerül. A tisztítás hatásfoka a csavarvonal hosszával arányos. Fontos, hogy az álló és forgó kefék közötti távolság a termék méretének megfelelően legyen beállítva, mert ha kicsi, a termék roncsolódhat, ha nagy a távolság nem megfelelő a tisztító hatás. A gép főleg uborka mosására alkalmas, de burgonya és gyökérzöldségekhez is használható. Uborka mosásakor a gép teljesítőképessége 5-7 t/h.



13.2. ábra Kúpos-kefés mosógép [31]

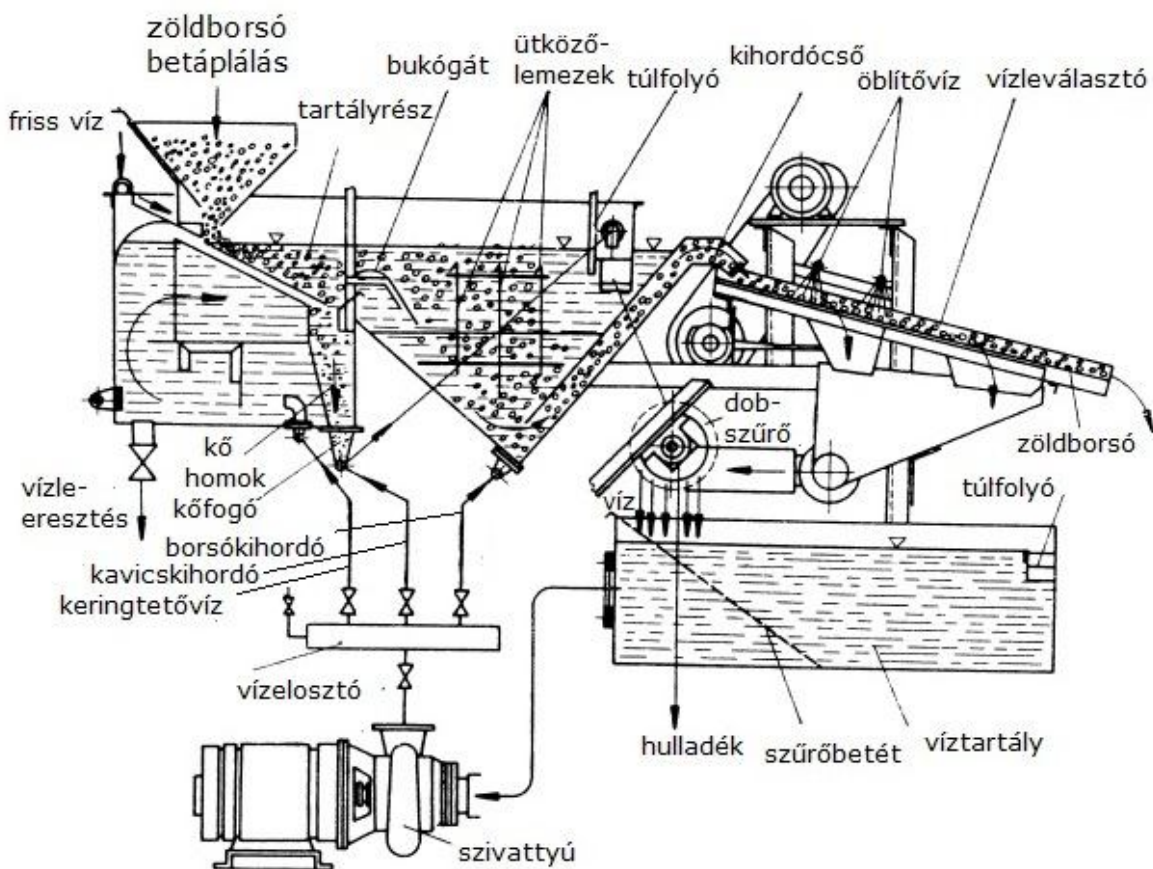
A **légbefúvásos (fluidizációs) mosógép** (13.3. ábra) zöldség és gyümölcsfélék mosására általánosan elterjedt berendezés. Fő egysége a mosókád és a kihordószalag. Mosáskor a kádiban a víz állandó szintjét túlfolyó biztosítja. A tisztítandó nyersanyagot egyenletes mennyiségben a kád végénél adagolják a gépbe, ami a víz alatt lévő ferde betétrácsra kerül. A betétrács alatt perforált csőrendszer van, ezen keresztül vezetik be a ventilátor által szállított levegőt, ami a vízben buborékokat képez. Így kíméletes, de mégis intenzív áztatás és mosás valósulhat meg. A terméket az áramló víz a betétrácson a kihordószalag irányába viszi, közben a termék szabálytalanul mozog, egymáshoz ér, a felázott szennyeződés

ledörzsölődik, leválik. A víznél nehezebb szennyeződés (homok, kavics) a rácson áthullik, és leülepedik a mosóberendezés aljára. A könnyű szennyeződés felúszik a víz felszínére, és a túlfolyón keresztül távozik a vízzel. A termék a sodronyhevederes kihordószalagra kerül, melynek felső szakaszán tiszta vizes öblítés történik. Az öblítővíz a kádba kerül, a többletvíz az úszó szennyeződéssel elfolyik a túlfolyón.



13.3. ábra Légbefúvósos mosógép [31]

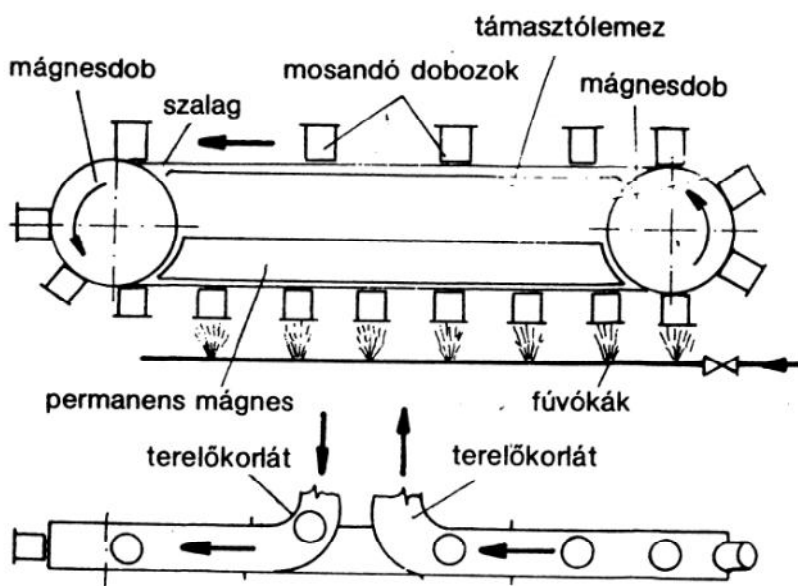
A **flotációs mosógépet** (13.4. ábra) az előtisztított zöldborsó mosására, idegen anyag leválasztására használják. Más termékek mosására nem is alkalmas. A borsó az adagológaratból egyenletes mennyiségben jut a mosógép első tartályába. A borsószemet az áramló víz a csúszda aljához sodorja. A víznél könnyebb szennyeződések a víz felszínére felúsznak, a víznél nehezebb homok, kő, rögök lefelé süllyednek, és még az első tartályrész kőfogó fenékrészére kerülnek. A borsószemeket az intenzív vízáram az állítható magasságú bukógáton át a tartály második felébe sodorja. A második víztér a flotációs mosótér. Itt az áramlás útját ütközőlemezek állják, az egészséges borsószemek ezeknek ütközve a vízben lesüllyednek a fenékrészbe, mivel sűrűségük kicsivel nagyobb, mint a vízé. A szárazon felöntött sérült borsó felszínén légbuborékok maradnak, ami biztosítja a sűrűségkülönbség alapján a felszínre jutásukat. A felszínen úszó könnyű szennyeződések (szár, levélrész, borsóhéj) a túlfolyón keresztül a dobszűrőbe kerülnek. A flotációs mosótér fenékrészére ülepedett borsót a kihordócsőbe vezetett erős vízáram szállítja a vízleválasztó lengőrostára vagy vízleválasztó dobba. Itt még az esetlegesen a szemek között maradó tört szemek, hüvelydarabok, stb. leválasztódnak, a borsószemeket friss vízpermet öblíti le, mielőtt kikerül a gépből. A vízleválasztó alól is a dobszűrőbe kerül a víz, és a szennyeződést a kőfogó fenékrészből is vízáram sodorja a dobszűrőbe. A szűrt víz a víztartályba kerül, ahonnan szivattyú szállítja a megfelelő csatlakozásokhoz. A friss víz bevezetése a garatnál és a vízleválasztónál van. Az ilyen gépek kb. 1500-2500 kg borsó megtisztítására alkalmasak óránként, melyhez kb. 3 m³ friss vizet használnak föl, a keringetett vízmennyiség kb. 60 m³.



13.4. ábra Flotációs mosógép [31]

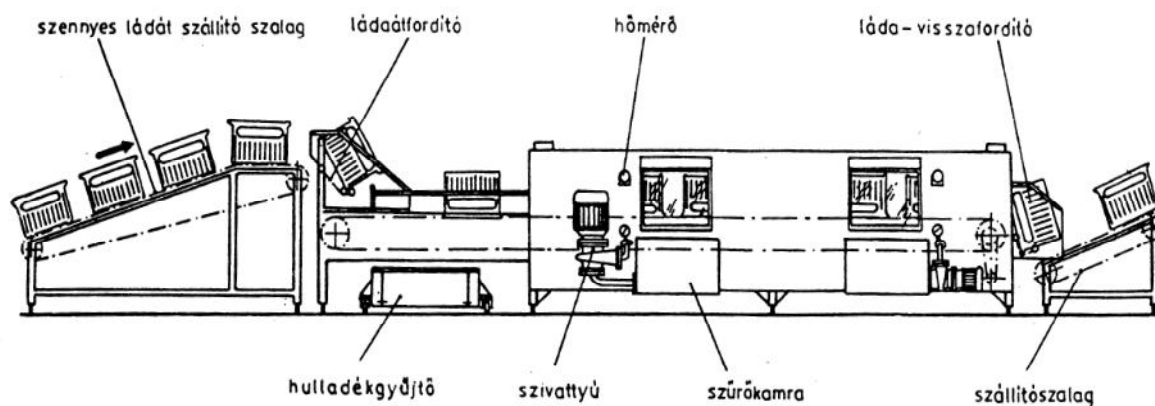
A tisztítás témaköréhez tartozik a csomagolóanyagok mosása öblítése, illetve a mosó és takarítógépek is. Például a konzervipar termékeit többségében üvegbe, palackba és dobozba töltik. Az üvegek elsősorban gyári új üvegek, melyek raklapon lefóliázva érkeznek az üzemekbe. Ilyen esetben elegendő az erőteljes öblítés a töltés előtt. A kereskedelemről visszakérült, visszaváltott üvegedényzet felhasználása előtt azonban alapos áztatásra, majd mosószeres mosásra, hálózati vizes öblítésre van szükség.

Az üres dobozok töltés előtti belső mosására és csírátlánítására használható a **mágnesez dobozóblító gép** (13.5. ábra). A berendezéssel minden méretű, mágnesezhető lemezből készült doboz kezelhető. A hajtó és feszítő mágnesdobot heveder veszi körbe. A szállítószalag alsó ága felett a két dob között is permanens mágnes van. A berendezéshez érkező dobozokat terelőkorlát vezet a szalagra. Amikor a dobozok a szalag alsó ágán szájnyílással lefelé helyzetben haladnak, a fúvókákból kiáramló víz vagy gőzsugár kiöblíti azokat. A felső ágra visszatérve terelőkorlát vezet le a töltésre alkalmas, tiszta dobozokat. Előny, hogy a berendezéssel közvetlenül a töltőgép mellett végezhető el a mosás-fertőtlenítés.



13.5. ábra. Mágneses dobozóblító [31]

Az élelmiszer feldolgozó műveletek során sokszor van szükség ládákra, rekeszekre, tálcákra, amelyeket szintén rendszeresen mosni, fertőtleníteni kell. A **láda és rekeszmosó gép** (13.6. ábra) különböző méretű eszközök tisztítására alkalmas egy maximális mérethatáron belül. A gépbe a szennyes ládát szállítószalag adagolja. Először az előmosó áztató egységbe, majd a mosóegységbe kerül, ahol erőteljes mosószeres lemosást kap, ezután öblítés történik az utómosó sterilizáló egységben. A mosást 10 bar nyomású vízzel oldják meg a több irányba állított fúvókák segítségével. Mosószer adagolás csak a második szakaszban történik.



13.6. ábra. Láda és rekeszmosó gépsor [31]

A víz minden szakaszhoz más tartályból érkezik, és felhasználás után más helyre kerül. A víz visszaforgatóval csökkenthető a felhasznált víz mennyisége, illetve az öblítővíz felhasználható előmosásra. A láda áthaladási sebessége a gépen a szennyeződés mértékétől függően szabályozható.

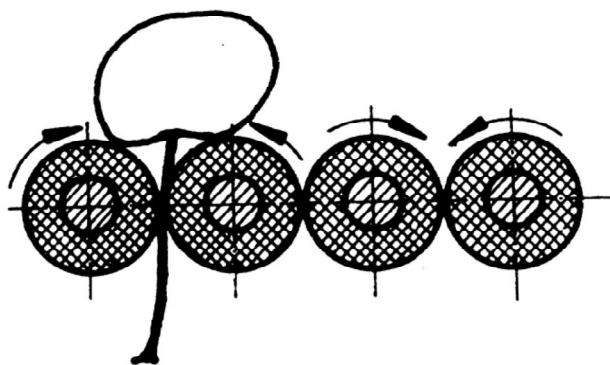
13.1.2. Ballasztanyag-eltávolító gépek

A szennyezésen kívül a nyersanyagnak lehet olyan része is, melyet az élelmiszer előállítás során nem használnak fel, mert például értéktelen vagy kicsi az értéke, vagy fogyasztásra alkalmatlan. Az ilyen anyagot *ballaszt*nak nevezzük. Ballaszt például a gyümölcs szára, magja, a tojás héja, stb. Ezeket el kell távolítani az értékes részekről.

Szártépők

A gépi száreltávolítást a keményebb állagú gyümölcsnél, például cseresznyénél, meggyénél, szilvánál alkalmazzák. Vannak olyan gyümölcsök, melynek a szártalanítását fagyasztott állapotban is szokás elvégezni, mint például a ribiszke és szamóca.

A szártalanítás (13.7. ábra) elve, hogy a beadagolt gyümölcs a - páronként egymással szemben forgó, szorosan egymás mellett lévő - gumiköpennyel ellátott hengerekre kerül, melyek maguk közé húzzák és kitépik a szárat a gyümölcsből. A gép asztalfelülete ilyen tépőhenger párokból áll. Az asztal a vízszinteshez képest dönthető, tehát a szártalanított gyümölcs a hengersoron végiggurul és a gépből így eltávozik.



13.7. ábra. Tépfőhengeres szártépőgép működési elve [31]

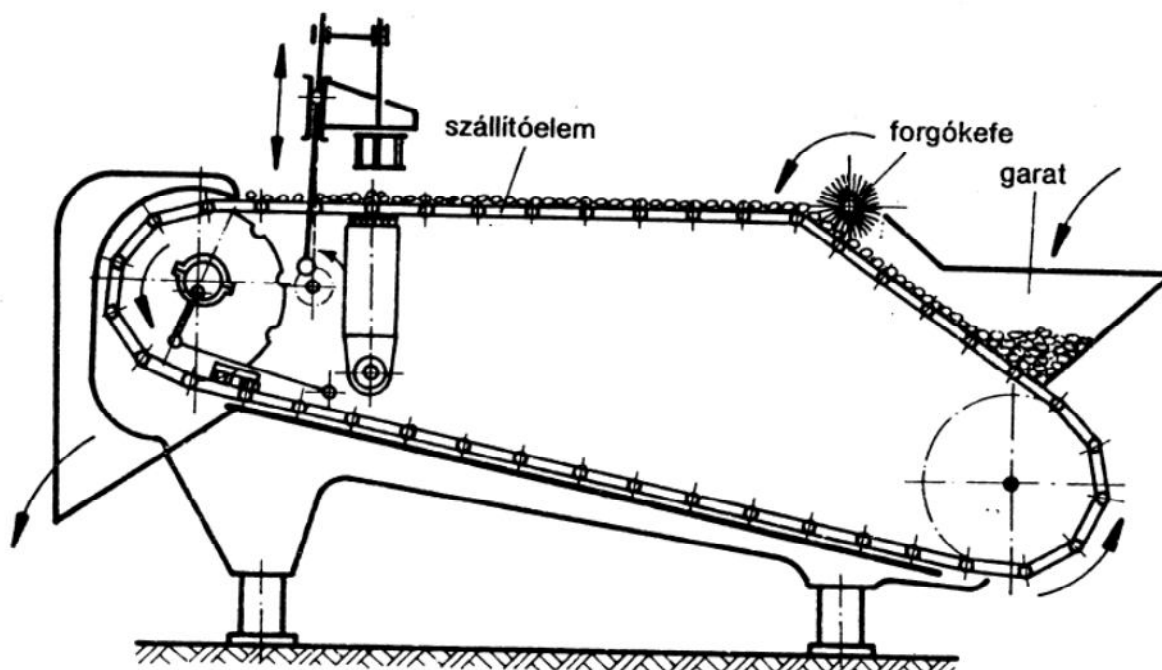
Megemlíthető, hogy például a baromfitoll-tépő gép működési elve is hasonló a hengeres szártépő gépéhez. A tolltépő gép az erősen beágyazott toll (szárny és farok toll) eltávolítására szolgál. A tépfőhenger felületét rovátkolják vagy hullámosítják. Az anyag gépre juttatása azonban másképpen történik. Míg a gyümölcsöt a tépfőhengereken felülről eloszlatják, a baromfitestet oldal irányban vezetik a géphez.

Magozók

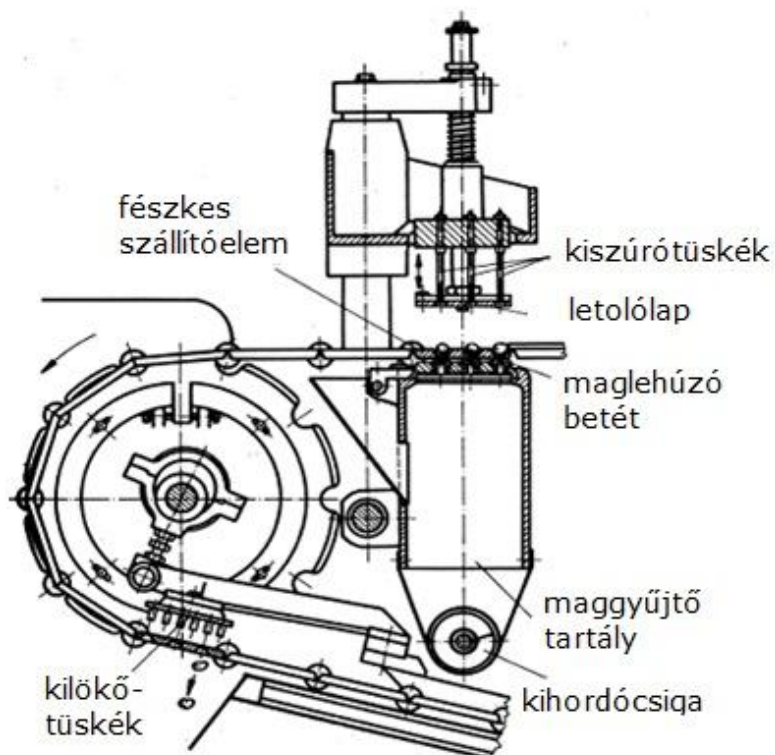
A gyümölcsféléket gyakran mag nélkül dolgozzák föl, például a dzsem készítésénél. A cseresznyéből és meggyből is sokszor gyártanak magozott befőttet is. Kajszi- és őszibarack, szilva legtöbbször magozott, felezett befőtt vagy konzervként kerül a fogyasztók elé. Minden esetben eltávolítják a körte és alma magházát.

Igen sokféle magozógép ismeretes. A kiszúró rendszerű gép a gyümölcsből a magot speciális kiszúrótüskével a gyümölcs húsán keresztül átszúrja. A kiszúró rendszerű gépre láthatunk példát a 13.8. ábrán, mely a cseresznye, meggy és szilva magozására alkalmas. A gyümölcs szár nélkül kerül a garatba, ahol a garat alján mozgó tálcás szállítóelem fészkeibe jut. Amely szemek nem ültek a fészekbe, forgókefe visszasöpri a garatba. A beforgató-mechanizmus biztosítja, hogy a gyümölcsszemeknek a fészekben a szár felőli része alulra essen. Így roncsolja a legkevésbé a gyümölcsöt a kiszúrótüske. A gyümölcsöt a görgős lánc szakaszosan mozgatja a magozó mechanizmus alá. A kiszúrótüskék lefelé mozdulása közben megáll, addig áll, míg a tüskék a gyümölcsbe mélyednek és a magot a fészek alján levő nyíláson át kitolják, majd a tüskék felemelkedésekor tovább halad. A kimagozott gyümölcs a szállítóelem átfordulásakor kifordul a fészekből. A lehulló magokat szállítócsiga viszi ki a gépből.

A tálcás szállítóelemek, és a bennük lévő gumibetétek is cserélhetők a gyümölcsméretnek megfelelően. Célszerű a gyümölcsöt magozás előtt méret szerint osztályozni, a jobb hatásfok elérése érdekében.

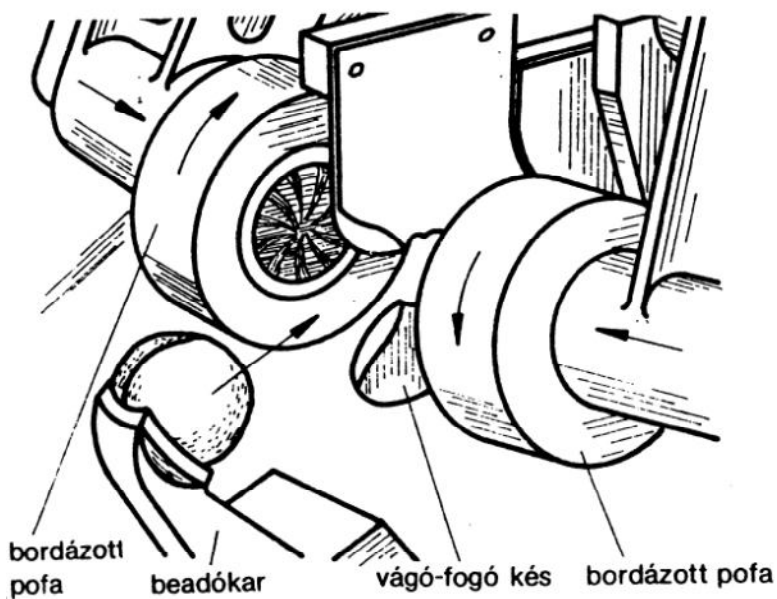


13.8.a ábra. Kiszúró rendszerű magozógép vázlata [31]



13.18.b. ábra. Kiszúró rendszerű magozógép magozó mechanizmusa [31]

A magozógépek másik változata a **felező-magozók** csoportja. Ezen gépek is többféle megoldást nyújtanak a gyümölcshúsból a mag eltávolítására.

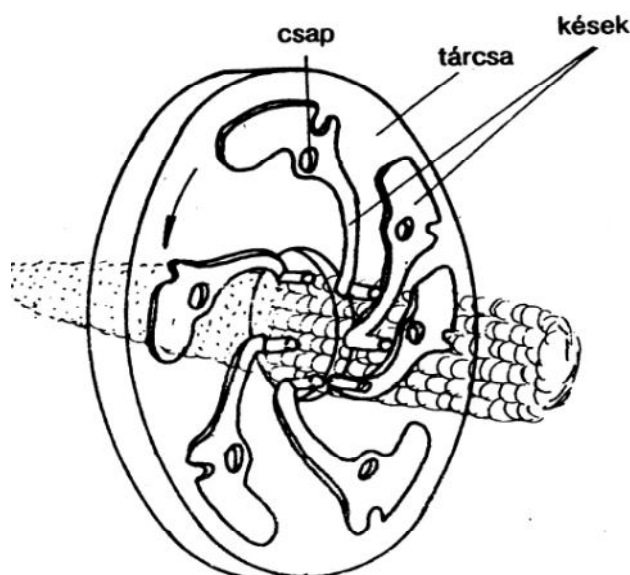


13.19. ábra. Őszibarack felező-magozó működési vázlata [40]

A felező-magozók egyik változata (13.19. ábra) csak a kemény húsú, befőtt érettségű gyümölcs feldolgozására használható. A gyümölcs az adagolás helyéről a kanalas elevátor egy-egy kanálába kerül. A csatornák fenékrészeiben a rendezőelem a gyümölcsöt a felezésnek megfelelő helyzetbe, a vágókés síkjába fordítja. A csatornából megfogó szerkezet kiemeli és átadja a beadókarnak, mely a speciális vágó-fogó kés élei közé tolja, így a gyümölcs magig behasad. A hasítással egyszerre a vágásra merőlegesen lévő recézett gumibetétes pofa a gyümölcsöt két oldalról összeszorítva rögzíti, majd hirtelen a tengelyük körül ellentétes irányban elfordulva a gyümölcs húsát lecsavarják a magról.

Nem magvaváló gyümölcsök magozására is alkalmas az olyan felező-magozó gép, mely reszelt késekkel függőleges irányú elmozdulás közben a gyümölcsöt elvágja a mag körül, majd egy vékony pengéjű, hold alakú kés a tengelye körül elfordulva a mag melletti húsrészt átvágja, így a mag kevés gyümölcshússal együtt eltávolítható. Az ilyen megoldás csak fajtaazonos, és osztályozott, kis méreteltérésű gyümölcs magozására alkalmas, mert a nagyobb méretű gyümölcs nagyobb magjába a kés belevágva eltörik, vagy kisebb méret esetén több gyümölcshúst hagy a magon.

A **kukoricaszem-levágó gép** szintén a magozógépek közé sorolható, annak ellenére, hogy itt a mag a feldolgozandó termék. A csemegekukorica gyártásához az üzembe a csuhéleveles csövek kerülnek. A csuhélevelek lefosztása után a kukoricacsőről a szemeket le kell választani. Mivel ez a kukorica még zsemege, nem lehet a száraz, érett kukoricánál alkalmazott morzsolással eljárni. A kukoricaszem-levágó (13.20. ábra) különleges kialakítású vágókésait a tárcsán sugárirányban szerelik fel. A kések rugós feszítésűek, és a csap körül el tudnak fordulni. Szemlevágás közben a tárcsa forog a késekkel, élük a kukoricacső felületére támaszkodva forgácsolja le a szemeket. A nyitódó-záródó késeket a csutkarész vezérli, így lekopírozzák a csutka felületét. A kukoricacsövek elfordulását a szemek levágása közben acéltüskék akadályozzák meg.



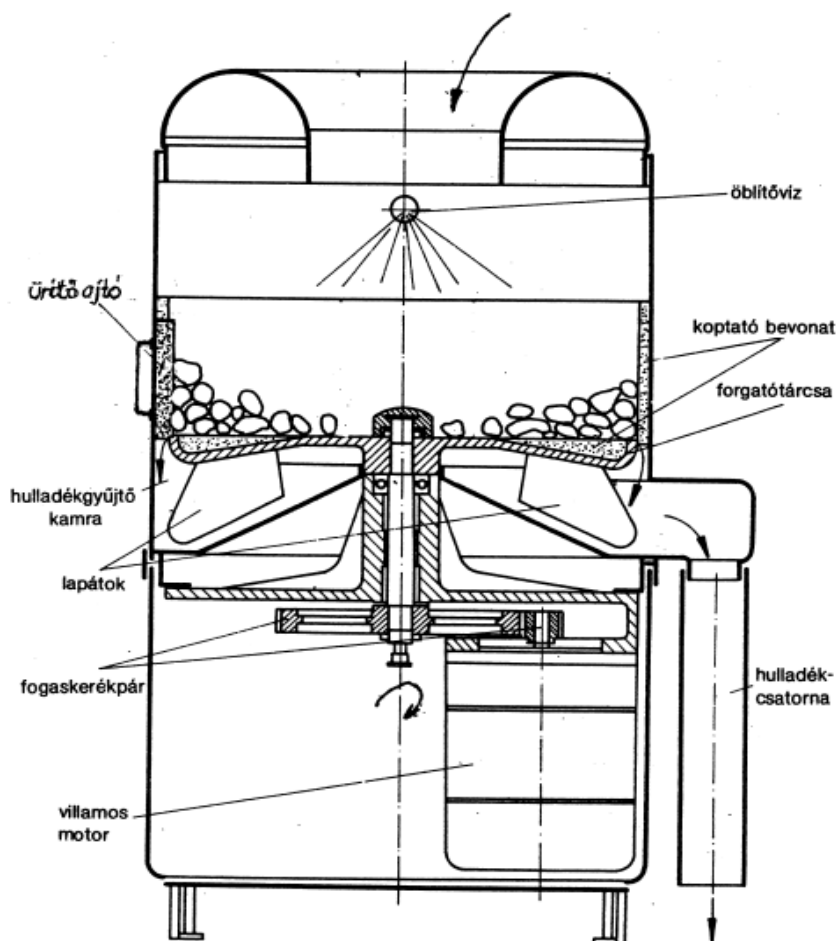
13.20. ábra. Kukoricaszem-levágó [40]

Hámozógépek

A zöldség és gyümölcsfélét a feldolgozáshoz legtöbb esetben hámozni kell. A hámozók lehetnek mechanikus-, vegyi- vagy hőhatással működő hámozók.

A **mechanikai úton történő gépi hámozás** változatai a dörzshámozás és a héjnak hámozókéssel történő leforgácsolása. Ez utóbbira példa az alma hámozása, mely csak mechanikai úton, hámozókéssel végezhető jó minőségben.

A **dörzshámozó** gyökérzöldségekhez és gumósokhoz általánosan használt legegyszerűbb mechanikai hámozó berendezés. Esetenként lágy termékeknél is alkalmazható, akkor a koptatás előtt a felületet fagyasztják. A szakaszos működésű dörzshámozó gép (13.21. ábra). munkatere karborundummal van bevonva, melynek alsó része egy forgó hullámos tárcsa. Ezt körbeöleli az álló palástfelület, mely ugyanezen koptatóanyaggal van ellátva. A felülről betöltött termék a forgó hullámos tárcsára kerül, ami fel-le mozgatja, miközben a centrifugális erő hatására palásthoz dörzsölődik.



13.21. ábra. Dörzshámozó gép [31]

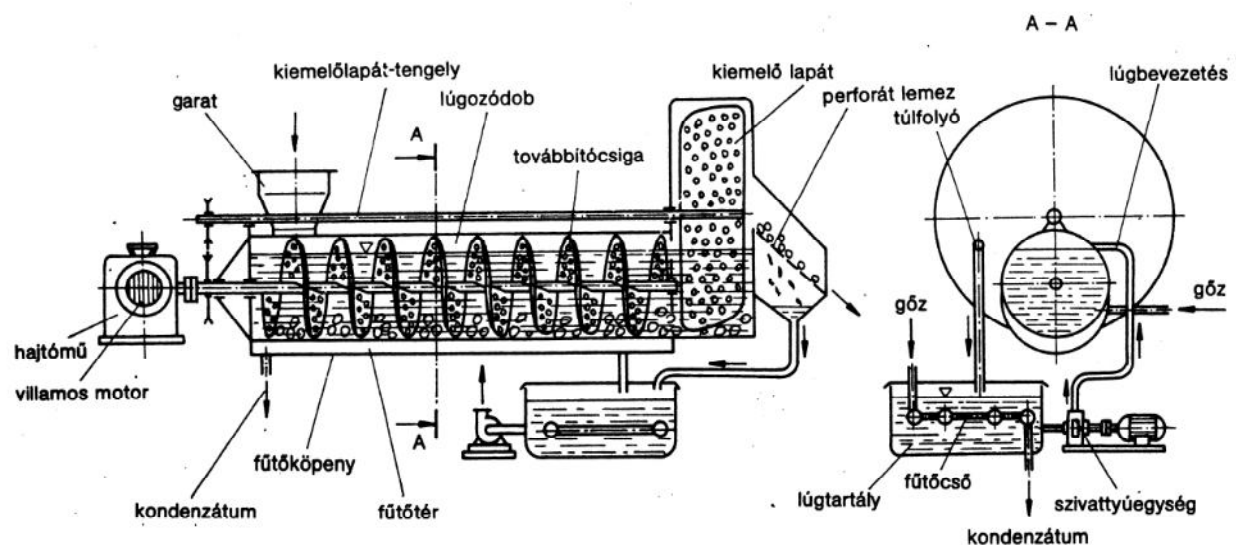
A héjrészek hamar lekopnak a súrlódás miatt. A gép működése közben az öblítővíz a héjrészeket folyamatosan kimossa, a palást és a tárcsa közötti résen keresztül a hulladékgyűjtő kamrába, onnan a kifolyócsatornába jut. A tisztított termék a gép forgása közben a paláston lévő ajtó nyitása után a centrifugális erő hatására távozik.

A dörzshámozók működésekor a kezelési időt termékféleségenként, a szennyezettség mértékétől is függően tapasztalati úton kell meghatározni. Viszont a hosszabb koptatási idő jelentős nyersanyag veszteséget okozhat. Ha pedig rövidebb, akkor a héj egy része a zöldségen marad.

Lúgos hámozógép

Egyes zöldségfélék és a gyümölcsök közül a kajszi-, őszbarack és a körte gazdaságos és gyors hámozását úgy oldják meg, hogy megfelelő koncentrációjú lúggoldattal nedvesítik a felületüket. Ez úgy történik, hogy vagy adott ideig forró lúggoldatba merítik a terméket, vagy a lúggoldatot permetezik a termékre. Ennek hatására a héjrész sejttartalmánya annyira meggyengül, hogy a fellazult héj gyenge mechanikai hatásra is eltávolítható.

A folyamatos működésű csigás lúghámozó gép (13.22. ábra) garatjából a beadagolt termény a lúgozóhengerbe kerül. A hengerben a lúgos oldat szintje állandó, a folyadékszivattyú a lúgtartályból folyamatosan szállítja az utánpótlást, a többlet a túlfolyón visszajut a tartályba. A felmelegítést hőcserélő biztosítja. A hengerben lévő perforált továbbító csiga csak a gyümölcsöt tereli a kiemelő szerkezet irányába. A kezelt terméket a perforált kiemelő lapátok a kilépőrészt előtt elhelyezett szintén perforált ferde lemezre juttatják. Itt a termékről a lúg le tud csepegni, amit szintén visszavezetnek a lúgtartályba. A termék áthaladási idejét a csiga fokozatmentes fordulatszám szabályozásával lehet változtatni. A kezelt termék a lúgos hámozógépből kikerülve a roncsolt héjrészek eltávolítása céljából kefék mosógépbe kerül, amelyet valamilyen vizes mosással kombinálnak a maradék lúg eltávolítására, ezután közömbösítő kádba jut, végül friss vízzel intenzív öblítő mosás következik.



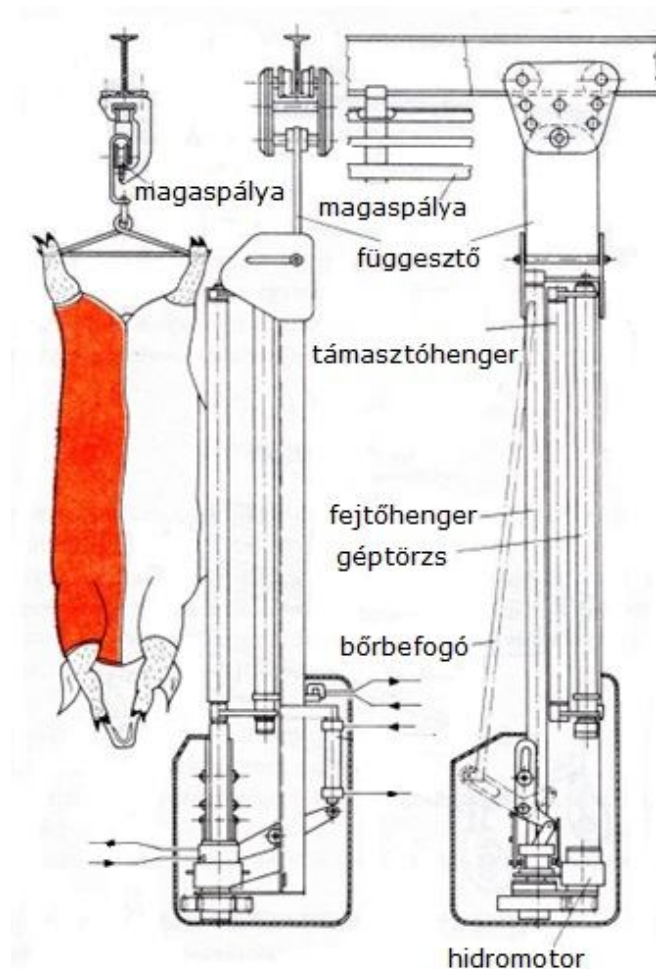
13.22. ábra Folyamatos működésű csigás lúghámozó gép [31]

Bőrfejtő gépek

A bőrfejtő gépek az előfejtett bőrt húzzák le a testfelületről. Az állatfajok szerint a gép lehet sertés, marha és egyéb állat bőrét lehúzó gép.

A sertésbőrfejtő gépek

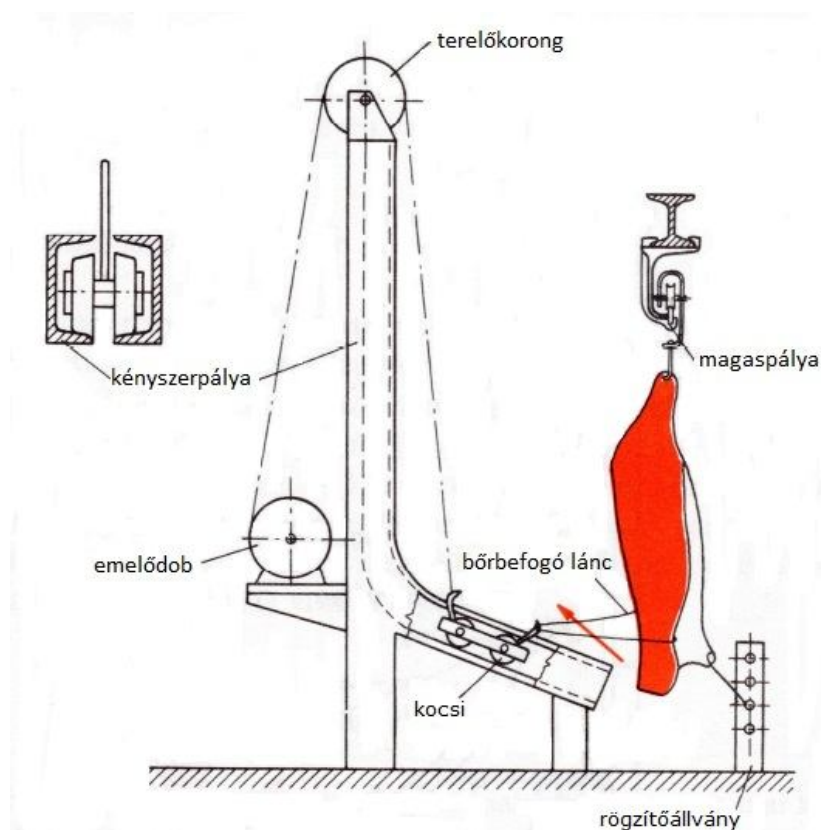
Mivel a sertés bőre és a bőr alatti szövetek közötti tapadóerő közel azonos az egész testfelületen, ezért a sertés fejtése közben a szükséges fejtőerő irányát nem kell változtatni. A függőleges hengeres sertésbőrfejtő gépek (13.23. ábra) fő, működő része a hajtómű és elektromotorral hajtott két henger, az egyik a fejtő-, a másik a támasztóhenger. A hengerpár és hajtóműve láncsal van felfüggesztve a tartószerkezetre, így jól tudják követni a sertés testfelületét, és nem fog beszakadni a bőr. A sertés bőrét elő kell fejteni, ezt a bőrt a befogóléccel a fejtőhengerhez erősítik. A léceket rögzítőgyűrűvel biztosítják.



13.23. ábra. Függőleges hengeres sertésbőrfejtő gép [33]

Marhabőrfejtő gépek

A marha bőr alatti szöveteinek szerkezete változó a test hossza mentén, ezért a bőr fejtésekor változó irányú fejtőerőre van szükség. A fejtést a nyakrészen kezdik, ott az erő iránya merőleges a test hossz tengelyére, majd a farok felé haladva fokozatosan érintőleges irányú. A bakui marhabőrfejtő gép (13.24. ábra) szakaszos működésű. Az előfejtett marha konvejtó pályán érkezik a géphez. A mellső lábsontot a rögzítőállványhoz kapcsolják, majd befogják a bőrt a befogóláncba, és azt a fejtőkocsi vonóhorgába akasztják. A fejtőkocsi másik végéhez a vonókötél van rögzítve. Fejtéskor az acél sodronykötél az emelődobra tekeredik, közben a fejtőkocsi a kényszerpályán felfelé mozog, amíg a bőrt lehúzza. Ekkor megáll, majd a lefejtett bőrt kiindulási helyzetébe engedik vissza. Az idomacélból kialakított kényszerpálya 20^0 -os emelkedővel indul, majd enyhén ívelt szakasz után függőleges irányú. A berendezés hátránya, hogy a kényszerpálya hossza a test hosszának kétszerese, mivel a bőrt felfelé húzás közben tudja lefejtetni. Ezért a gép 10 m belmagasságú csarnokban helyezhető el. Másik hátránya, hogy a bőr a fejtés munkahelyére kerül vissza, és onnan kell elszállítani.



13.24. ábra. Bakui rendszerű marhabőrfejtő gép [33]

13.2. Osztályozó berendezések

Az élelmiszeripari termékektől elvárjuk, hogy egyenletes minőségűek legyenek. Ehhez többek között a nyersanyag fizikai tulajdonságainak (pl. méret, alak, sűrűség, szín,

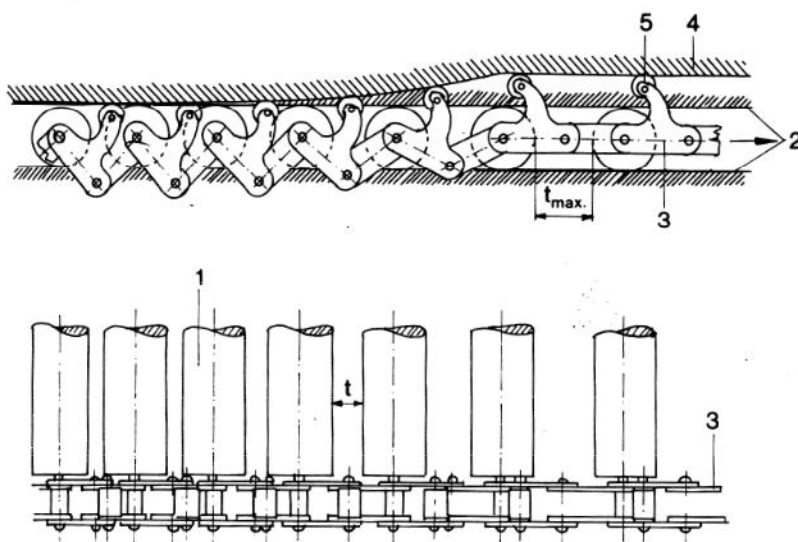
állomány, stb.) homogenitása és a fajtaazonossága is szükséges. Sok esetben a gépesített feldolgozás is megköveteli a nyersanyag osztályozását.

Fajtázás a különböző fajtájú anyagok, anyaghalmazok szétválasztása. Az osztályozás az azonos (közel azonos) fajtájú anyaghalmazok szétválasztása valamilyen jellemző alapján.

Az osztályozás és fajtázás legtöbbször „száraz” művelet. Ekkor az anyaghalmaz szétválasztása nyugvó vagy áramló levegőben történhet. „Nedves” osztályozás és fajtázáskor folyadékban szétoszlatott, diszpergált szemcsehalmazt kell szétválasztani (derítés, üleptetés, szűrés, centrifugálás, szeparálás).

Méret szerinti szétválasztó berendezések az anyaghalmazt változó méretű nyílásokon engedik át, és az anyagrészek méretüknek megfelelő ponton hagyják el az osztályozó berendezést. A nyílás kialakítható pl. hengeres illetve sík felületen, vagy egymás mellett vezetett huzalok között, melyek széttartóak is lehetnek. Közös jellemzőjük, hogy a szétválasztó elemek és az anyag is mozognak.

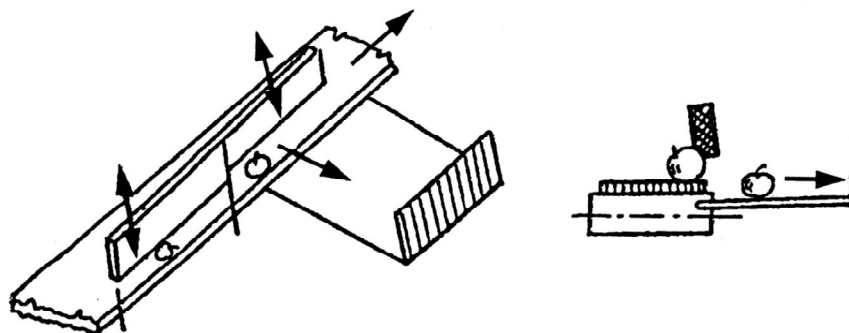
A **hengergörgős osztályozók** keményebb állagú gyümölcsök, zöldségek átmérő szerinti osztályozására használatosak. A termék az osztályozóhengerekre (13.25. ábra) kerül, a szétválasztás méretét a forgó hengerek távolsága szabja meg. Az osztályozóhengerek haladó mozgását a hozzájuk kétoldalt kapcsolódó hevederes láncpár biztosítja. Mivel a hengerek mindkét vége vezetópályára támaszkodik, így a saját tengelyük körül is forognak, miközben haladnak. A görgők közötti távolság a haladási irányában fokozatosan növekszik. A görgők forgása miatt a termények is forognak, ami fokozza az átesés valószínűségét. A hengerek között áthullott, azonos méretű darabokat a görgősor alatt keresztirányban elhelyezett szállítószalag vezeti ki a gépből.



13.25. ábra. Hengergörgős osztályozó működési elve [3]

1. osztályozóhenger, 2. vezetópálya, 3. hevederes lánc, 4. vezetópálya, 5. görgő

A **réses osztályozó** (13.26. ábra) a gyümölcsöt méret szerint választja el. A gyümölccsel együtt mozgó szalag mellett a szállítás irányában fokozatosan növekvő, többféle nyílásméretű álló lécs van elhelyezve. A résen a gyümölcs átesik, és keresztirányban legurul az asztról a gyűjtőlapra. Így egy szalag mentén a különböző méretű gyümölcsök többféle frakcióra választhatók szét.



13.26. ábra. Réses osztályozó működési vázlata [31]

Gyümölcsök méret szerinti osztályozására jól használható a **perforált szalagos osztályozó** (13.27. ábra). Több, az osztályozandó méretnek megfelelő perforációval ellátott szalag van egymás után sorba kapcsolva, melyek enyhén emelkedve viszik magukon a gyümölcsöt. A kihordó szalag a perforált szalag felső és alsó ága között van, így a gyümölcs kis magasságról esik, és nem sérül. Először a legkisebb, majd a szállítás irányában fokozatosan növekvő méretű gyümölcsök választhatók le.

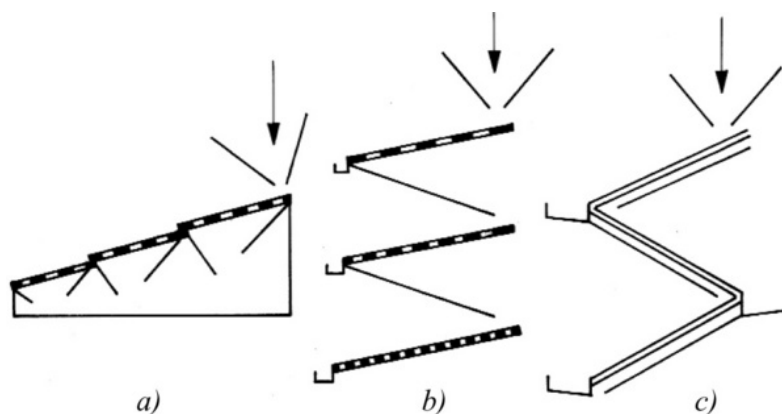


13.27. ábra. Kajsziarack osztályozása méret szerint [43]

A méret szerinti szétválasztás nagyon gyakran szitálással, rostálással történik. A **rosta** perforált lemez, melyen a kör, téglalap vagy különleges (pl. háromszög) alakú nyílások szabályszerűen ismétlődve vannak kiképezve. Az acéllemez rosták leggyakrabban sík, henger és kúp alakúak. A szita valamilyen huzalból (fém-, selyem vagy műanyag szálból)

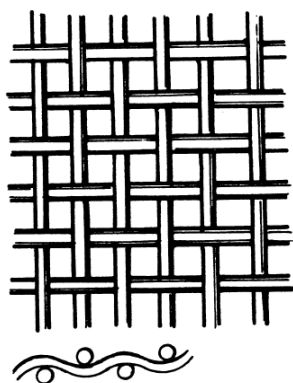
készített négyzetes nyílású szövődék. A rosta- és a szitalap is két részre választja szét a rájuk vezetett szemcsehalmozatot. Az áthulló rész az átesés, a fennmaradó rész az átmenet.

A **síkrósták**ban több rostalap dolgozik együtt, melyek soros-, párhuzamos- és zezugos elrendezésűek (13.28. ábra). A soros rostákat csak durvuló rostasorral használják, melynél az egymás után következő rostalapok rostalyuk mérete növekszik. A párhuzamos és zezug rosták durvuló vagy finomodó elrendezéssel is készülhetnek.

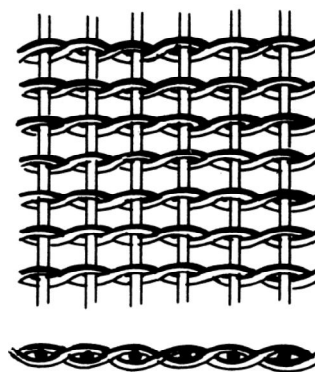


13.28. ábra Síkrósták elrendezése [39]
a. soros, b. párhuzamos, c. zezugos

A síkróstákat néhány fokos szögben lejtéssel kell elhelyezni. A rostákat mozgatni kell, a biztos szétválasztás érdekében, hogy sebesség különbség legyen a szemcsék és a rosták között. A rosták egyenes, kör és ellipszis pályán mozoghatnak. Az egyenes vonalú lengőmozgást végzők viszonylag nagy lökethosszal (10-20 mm), kis lengésszámmal (300-600 1/min), míg az ellipszis vagy körpályán mozgó ún. vibrációs rosták kis lökethosszal (2-7 mm), nagy löketszámmal (1000-3000 1/min) dolgoznak [17]. Üzem közben a rosták nyílásainak tisztításáról gondoskodni kell az eltömődés elkerülése érdekében.



13.29. ábra Drótszövet szita szövődéke:
vászonkötés [3]



13.30. ábra Lisztiszitaselyem gézkötéssel
[3]



A drótszövet **szita** szövedéke (13.29. ábra) készülhet ónozott acélból, foszforbronzból vagy rozsdamentes acélból. A keresztezett szálak merevségük folytán megakadályozzák az elcsúszást. A gabonafeldolgozó iparban jellemzően 0,25-2 mm nyílású drótszövetet használnak. Selyemszítákat (13.30. ábra) alkalmaznak a lisztek kiszitálásához.

A szitálásnál is mozgatni kell a szitafelületen a szitálandó anyagot, gondoskodni kell az átmenet és az átesés eltávolításáról, valamint a szitafelület nyílásainak tisztántartásáról. Fontos, hogy a szitára egyszerre ne kerüljön fel sok anyag, hogy tudjanak a szemcsék érintkezni a szitaszövettel a jó hatásfokú szétválasztás érdekében.

A vízszintes síkban köröző mozgást végző **síkszíták** a malomiparban elterjedt osztályozógépek. A lisztkészítés folyamata során minden egyes aprítási műveletet osztályozás, szitálás (vagy levegős szétválasztás) követ. A sokféle síkszita-konstrukció közös jellemzője, hogy a szitakeretek egymás fölött elhelyezkedő szitáló egységekben dolgoznak, és a keretek ún. síkszitamozgást végeznek. A síkszitamozgás különleges köröző mozgás, mely esetben a keretek minden pontja a vízszintes síkban azonos sugarú körpályát ír le.

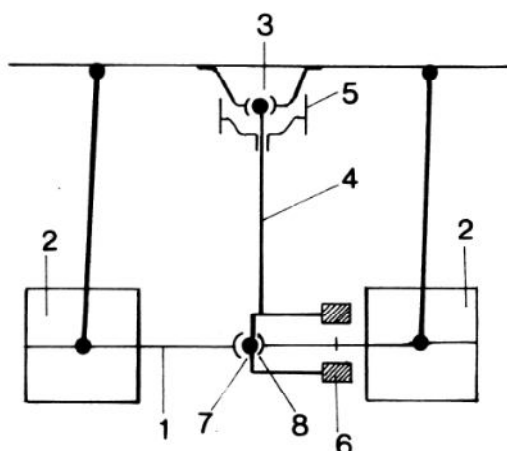
A síkszita (13.31. ábra) köröző mozgását a szabadon lengő, felfüggesztett szálvasas ingás szerkezet biztosítja. A szíták két nagy, szimmetrikus szitaszekrényben (2) vannak elhelyezve úgy, hogy a fedél és a fenékkeret között felváltva szitáló- és gyűjtőkeret található. A szitaszekrények a mozgatószerkezettel a főkeretre (1) vannak erősítve, és négy függesztőelem segítségével a födémhez kapcsolódnak egy ingarendszert alkotva. A függesztőelemek tartják a szétválasztandó anyaggal megtöltött szitát, és tehermentesítik a mozgatószerkezetet. A síkszita a szálvas (4), azaz lengőtengely felső részén lévő ékszíjas áttételen keresztül kapja a meghajtást. A motor a födémre van függesztve. A lengőtengely álló helyzetében kismértékben kitér a függőlegestől, indítás után viszont beáll a függőleges helyzetbe a szitaszekrények és az ellensúly egyensúlya miatt.

A szabadon lengő síkszítáknál a mozgáspályát a szitatest és az ellensúly kölcsönhatása szabja meg. Az ellensúly (6) és a szitakeret tömegének aránya megegyezik a forgattyúkarok sugarának arányával.

$$\frac{G}{g}r\omega^2 = \frac{G_e}{g}R\omega^2 \quad (13.1.)$$

$$G_e = G \frac{r}{R} \quad (13.2.)$$

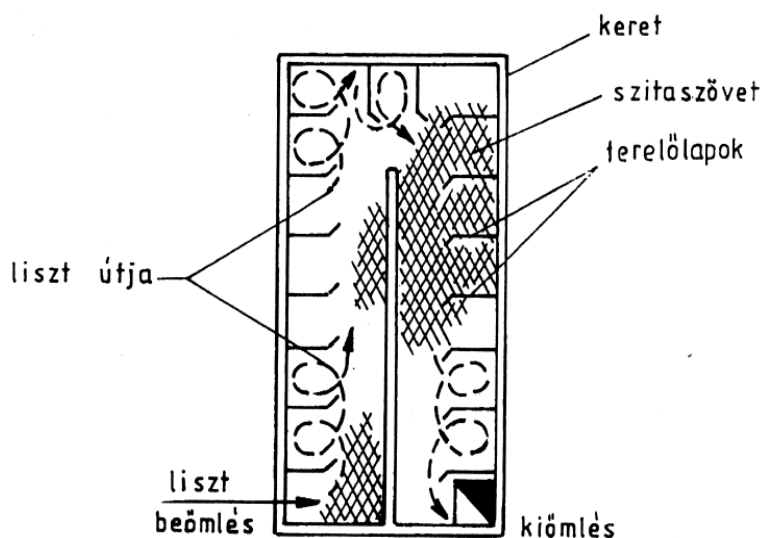
ahol: G a szitakeret súlyereje, G_e az ellensúly súlyereje, ω a szögsebesség, r a szálvas és a szitacsap távolsága, a szita körmozgásának sugara, R a szálvas és az ellensúly tömegközéppontjának távolsága.



13.31. ábra. Siksita [3, 25]

1. főkeret, 2. szitaszekrények, 3. felső (gömbcsuklós) csapág, 4. szálvas
5. szíjtárcsa (ékszíj vagy laposszíj hajtású), 6. ellensúly, 7. szitacsap,
8. alsó (gömbcsuklós) csapág (főcsapág)

Vászonból készült, hajlékony tömlőkön keresztül történik az őrlemény bevezetése a lengő szitakeretbe, és onnan az osztályozott liszt és egyéb szitálási termék elvezetése is. A szitakeret belső elrendezése a 13.32. ábrán látható. A keretet a terelőlapok csatornákra osztják. A csatornában a szemcsék köröző mozgást végezve egyre távolabbi helyre kerülnek, míg végig haladnak a szitakereten. A szitafelület tisztítását (eltömődés megakadályozását) tisztítóbúza, vagy textilbe ágyazott acélgolyók végzik.



13.32. ábra. Szitakeret [19]

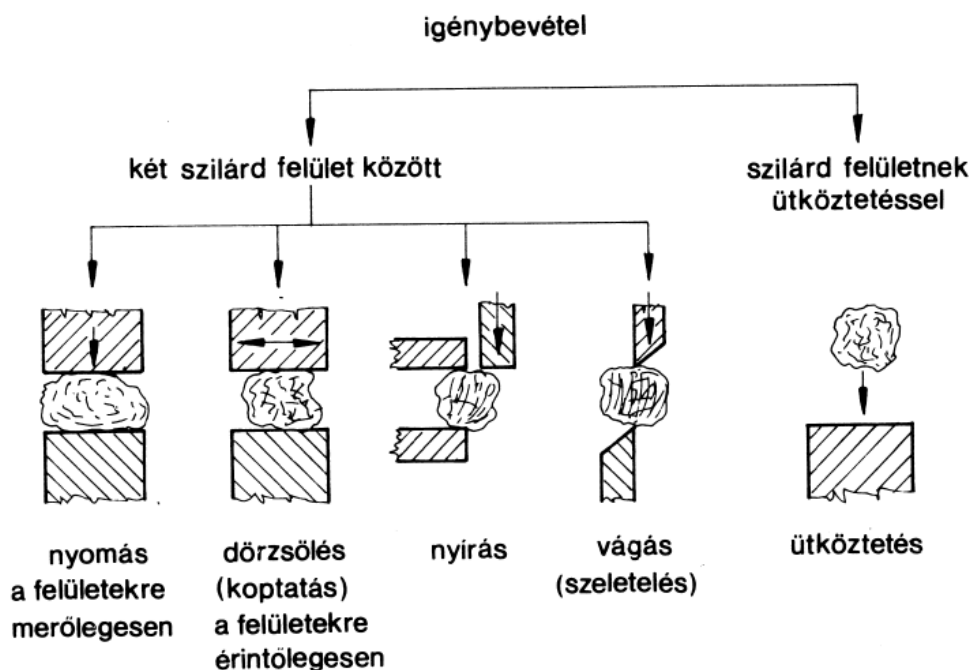
A **tömeg szerinti osztályozógépek** fő részei a billenőelemek és a mérlegek. A billenőelemek kialakítása az osztályozandó anyagnak megfelelő, lehetnek pl. serlegek,

tálcák. A billenőelemek több sorban vannak egymás mellett, mintegy szalaggá alakítva. A serlegeket mérlegtámasz tartja egyensúlyban. Minden sávra beállítható a megkívánt tömeg. A billenőelemek ott ejtik le a terményegyedeket, ahol a mérlegkarokon beállított tömeg kisebb, mint a terményegyedek tömege. A serleg lehajlik, és kiborul belőle soronként egy-egy keresztirányú szalagra a termény. A billenőelemek alatti mérlegtámasz úgy van beállítva, hogy először a legnagyobb tömegű, majd később az egyre kisebb tömegű terményegyedek esnek ki. A tömeg szerinti osztályozás is széleskörűen használható, pl. különféle gyümölcsök esetében, vagy a húsiparban a baromfivágó-vonalon előállított tisztított csontos hús osztályozására.

13.3. Aprítógépek

Az aprítás a szilárd anyagok kisebb részekre bontása valamilyen erő hatására. Az aprítás jelentős méretcsökkenést eredményez. Az élelmiszeriparban sokféle, és eltérő tulajdonságokkal rendelkező alapanyagot, készterméket kell különböző módon aprítani: szeletelni, csíkozni, kockázni, gerezdre vágni, stb., ezért az aprítási műveletet is sokféle géppel, berendezéssel lehet megvalósítani. Mindig a feldolgozandó nyersanyaghoz igazodó aprítási módnak megfelelő aprítógépet kell választani. Az aprítás jellemzésére az n aprítási fok szolgál, mely az anyag kezdő és az aprítás utáni végső lineáris méretének a hányadosa (pl. egy kocka kezdeti és végső élhosszúságának az aránya $n = X_0/X_\alpha$).

Az aprítás különféle igénybevételek (13.33. ábra) hatására jöhet létre, melyek: nyomás, dörzsölés, nyírás, vágás, ütköztetés.



13.33. ábra. Az aprítási igénybevétel [3]



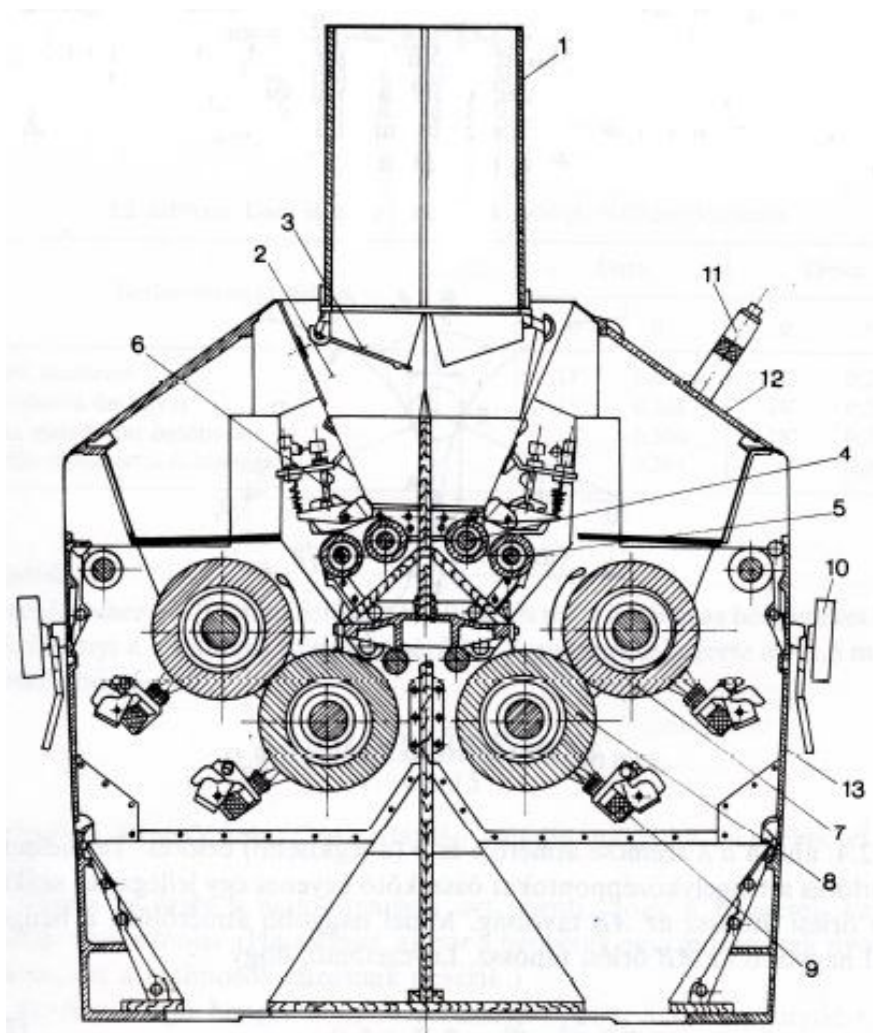
Az aprítás lehet törés, zúzás, őrlés, darálás, vágás, szeletelés.

Az aprítás méretcsökkenéssel és a felület növekedésével jár, energiaigényes művelet. Az aprításhoz szükséges energia nagyobb része a felület megnövelése közben hasznosul, míg kisebb része súrlódási hő veszteség, ezért esetenként hűtésre van szükség a művelet közben. A felületnövelés fontos lehet technológiai szempontból pl. szárítás, préselés előtt, vagy a cukorrépából kidiffundálódó cukor esetén, mivel a művelet hatásfoka a felület nagyságával arányos. Az aprítás célja lehet az anyagoknak a szabványban előírt méretre alakítása is.

A hengeres aprító- és finomítógépek fő egysége a vízszintes tengelyű forgó henger, amely vele szemben forgó másik hengerrel (pl. malmi, cukorőrlő hengerszék), esetenként a henger alatti sík vagy ívelt felülettel párban (pl. csokoládé-massza aprító, finomító gép) végzi aprító munkáját. Az aprítás a két felület között történik a felületek között fellépő nyomóerő hatására. A különböző sebességgel forgó hengerek (malmi hengerszék) között az anyagra súrlódó-erő is hat.

A **hengerszék** elvi vázlata a 13.34. ábrán látható. Leggyakrabban a malomiparban alkalmazzák, de egyéb területeken, pl. a paprika őrlésére is használják. Az őrlendő anyag a kettéosztott üveghengeren(1) keresztül jut a táplálógaratba. Az alatta található táphenger (4) a táprésszabályozóval (6) és az elosztóhenger (5) gondoskodik az őrlőhengerekre jutó egyenletes anyagáramról. Az őrlés az egymással szemben forgó lassú (8) és gyors (7) hengerek közötti őrlőrésben történik. Az őrlőrés nagysága a kívánt őrlési foknak megfelelően beállítható. A hengerszék elsősorban nyomás útján roppantja össze az aprítandó anyagot. A hengerek tisztítását kefék tisztítók (9) végzik.

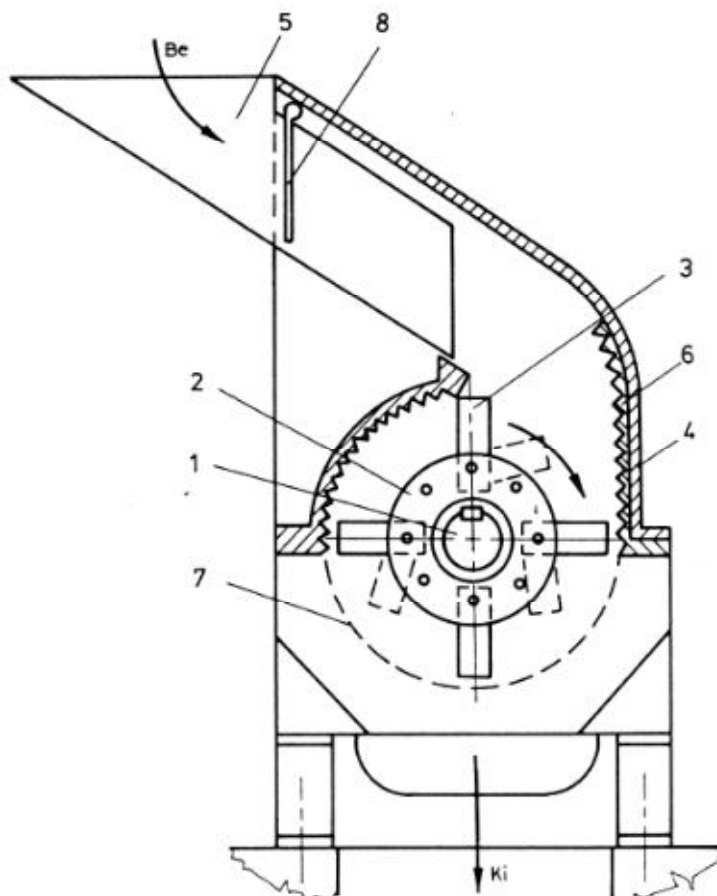
A hengerszék hengerpárja általában azonos méretű hengerpárokból áll, elhelyezésük történhet vízszintesen (egymás mellett), függőlegesen (egymás alatt), átlósan (a két vízszintesen forgó henger tengelyén átfektetett sík a vízszinteshez képest 45-50^o-os szöget zár be). A hengerszék aprítómunkáját a hengertényező, rovátkatényező, üzemeltetési tényezők befolyásolják.



13.34. ábra. Malomipari hengershék [3]

1 - üveghenger, 2 - garat, 3 - garatcsappanytű, 4 - táphenger, 5 - elosztóhenger, 6 - tápszabályozó, 7 - gyors henger, 8 - lassú henger, 9 - kefék tisztítószerkezet, 10 - a durvabeállító kézikereke, 11 - kapcsolókar a finombeállítóval, 12 - kezelőajtó, 13 - alsó kezelőajtó

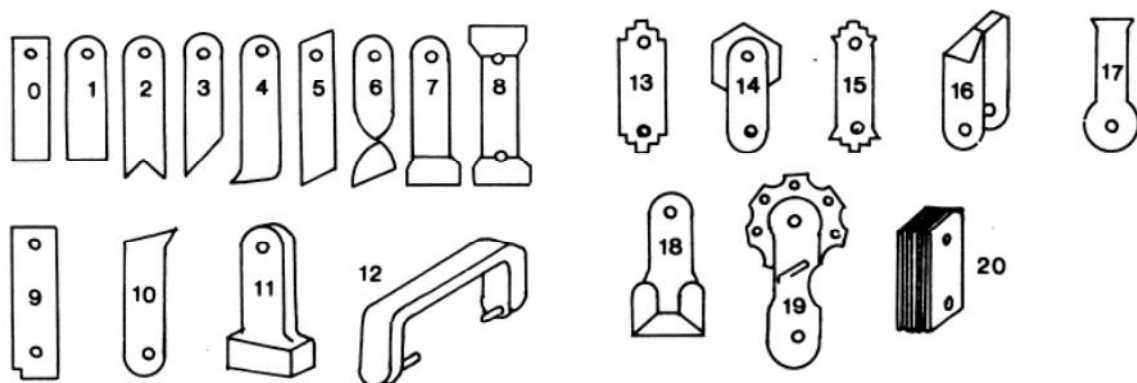
A **kalapácsos aprítógép** (13.35. ábra) többcélú aprítógép. Szívós kemény anyagok, magvak, szárítmányok aprítására, préselés előtt zúzalék készítéséhez használják. Fő részei a ház és a forgórész. A forgórész tengelyén kalapástartó tárcsák (egy gépben 4- 6 tárcsa), a tárcsákra (2) téglalap alakú kalapácsok (3) vannak csuklósan felszerelve. Forgás közben a lengőkalapácsok a centrifugális erő hatására sugárirányban helyezkednek el, a kalapácsok ütőhatására a garaton beadagolt termék nagy sebességgel a homloklemeznek ütődik. Az aprító hatást növeli, ha a lemezburkolat belső felületét bordákkal (6) látják el. Ezt követően újabb ütközések után az anyag a házban elhelyezett álló perforált rostafelületre (7) jut, ahol tovább aprózódik. A gépből kikerülő szemcsék méretét, ezzel az aprítás mértékét a rostaszerkezet határozza meg, mivel csak a lyukméretnél kisebb részek esnek át rajta. A lyukmérete 0,8 – 16,0 mm.



13.35. ábra. Kalapácsos zúzó [40]

1 tengely, 2 tárcsa, 3 kalapácsok, 4 lemezház, 5 garat, 6 bordázott homlokfal, 7 perforált lemez

A kalapácsos darálók fordulatszáma: 1000-4000 1/min. A gép különféle alakú kalapácsokkal készülhet (13.36. ábra)



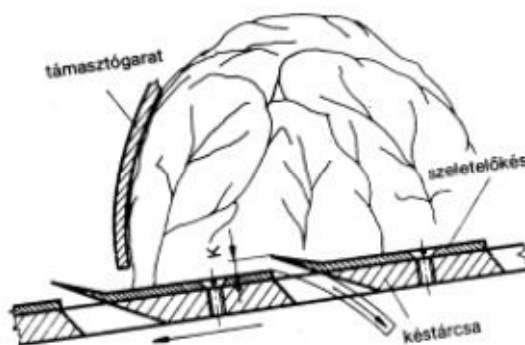
13.36. ábra. Kalapácsok [3]

Szeletelőgépek

A szeletelve daraboló gépek [20] legfőbb része a kés, melynek kialakítása szerint lehetnek:

- korongra szerelt, ívelt vagy egyenes késekkel
- tárcsa alakú, élezett körkésekkel
- nem forgó alakos késekkel
- kombinált gépek, korongra szerelt forgó és nem forgó alakos késekkel dolgozó gépek

A **káposztaszeletelő gép** a káposzta feldolgozására és a torzsájának eltávolítására alkalmas. Fő része a függőleges tengelyű öntöttvas késtárcsa (13.37. ábra), és a rácsavarozott szeletelőkések. A szeletelőkések logaritmikus spirális alakúak, ami biztosítja az állandó vágási szöget, így vágás közben nem roncslódik a káposzta.



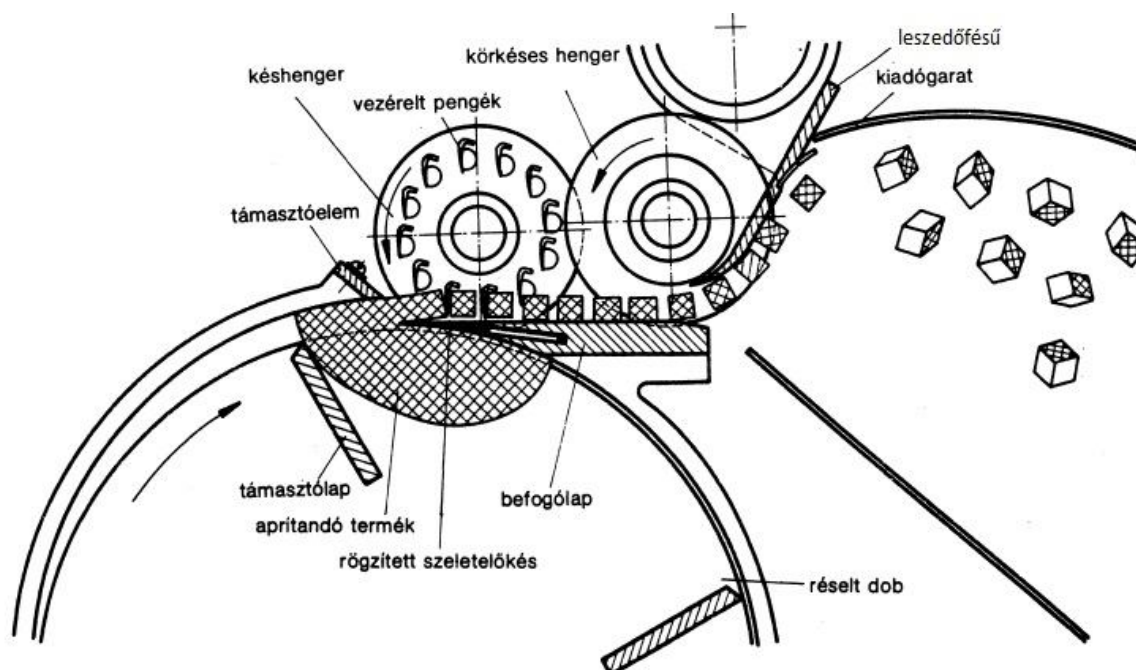
13.37. ábra a.) Káposztaszeletelő gép késtárcsája [28], b.) Késtárcsa és kés [31]

A szeletelt anyag a kések éle alatti kivágásokon keresztül hullik át a tárcsa alá. A szeletek vastagsága a kések éle és a késtárcsa síkja közötti távolságtól „K” függ (13.37.b. ábra). A szeletvastagság a kívánt méretre beállítható a késtárcsa cseréjével, vagy a kések átszerelésével.

A káposztaszeletelő gép használható más termékek szeleteléséhez is pl. hagyma, uborka, késtárcsa csere és megfelelő etetőgarat felszerelése után.

Szeletelő-kockázó gép

A kockázógép gyök gumós és gyökérzöldségek, stb. aprítására alkalmas. Az elvi vázlata a 13.38. ábrán látható. A kockázás folyamata három fázisban történik: szeletelés, keresztvágás, hosszirányú vágás.



13.38. ábra. A kockázógép elvi vázlata [31]

Az aprítandó termék a gyorsan forgó réselt dobba kerül. A kockázandó anyagot a centrifugális erő a palástnak, a támasztólap pedig a rögzített szeletelőkés élének szorítja. A szeletvágó kés szeleteket vág, melynek vastagságát a támasztóelem és a kés közötti sugárirányú távolsága határozza meg. A késhengeren elhelyezett alkotóirányú vezérelt pengék keresztcsíkokat vágnak a szeletekből. A keresztcsíkokból a kockák a körkéses henger késtárcsáinak hosszirányú vágásaival alakulnak ki. A körkéses henger tárcsái közül leszedőfésű sodorja a kockákat a kiadógaratba. A kockák hosszát a keresztkések fordulatszáma, a vezérelt kések osztása, és a csíkok előtolása határozza meg, míg a szélességi méretet a körkéses henger késtárcsáinak távolsága határozza meg. A kockák mérete a kívánt nagyságúra beállítható: a késhenger és a körkéses henger cseréjével, és a vastagsági méret a támasztóelem állításával.

A hús aprításának alapgépei a húsdaráló és a kutter. A **húsdaráló** feladata elsősorban hús, szalonna elő- és közepes mértékű aprítása. A húsdaráló vágószerkezete kés és lyuktárcsa. A darálócsiga az aprítandó húst szállítja, tömöríti és a lyuktárcsa furataiba préseli. A csigával együtt forgó kés a húst a furat pereménél elnyírja. Az aprítás mértékét a lyuktárcsa furatainak átmérője határozza meg.

A **kutter** (13.39. ábra) a húskészítmények alapanyagának aprítására, főleg finomaprításra általánosan elterjedt szakaszos üzemű vágó-keverő gép. Mivel a beadagolt anyagot nem csak aprítja, hanem keveri is, - a komponensek meghatározott időben történő beadagolásával - akár eltérő aprítottságú töltelékesárú-massza vagy pép is készíthető vele külön keverőgép nélkül.

Az aprítandó anyagot a körgyűrű alakú, közel félkör keresztmetszetű tányérba adagolják. Az aprítást a tányérba belenyúló vízszintes tengelyre szerelt sarló alakú kések végzik. A tányér lassan forog, így viszi a nyersanyagot a kések alá. A gyorsan forgó kések nyíróerővel aprítják az alattuk elhaladó húst. A kések száma 4-12 db a gép nagyságától és a tányér úrtartalmától függően.



13.39. ábra. a. Kutter [20], b. Kutter gombával [24]

Az aprított masszát egy forgó ürítő-szerkezet: „gomba” üríti, melyet aprítás után billentenek a tányérba. A tányér forgásával a massa a forgó gomba felületére torlódik, és kipörgeti a masszát a csúszdára, ahonnan az a tartálykocsiba ömlik.

A kutter aprító-tere légmentesen zár, így vákuum létesíthető benne, vagy védőgáz is vezethető bele, ami a mikrobák élettevékenységét akadályozza. A tányér készülhet kettős köpennyel is, amibe gőzt vezetnek, így a kutterrel előfőzést is lehet végezni.

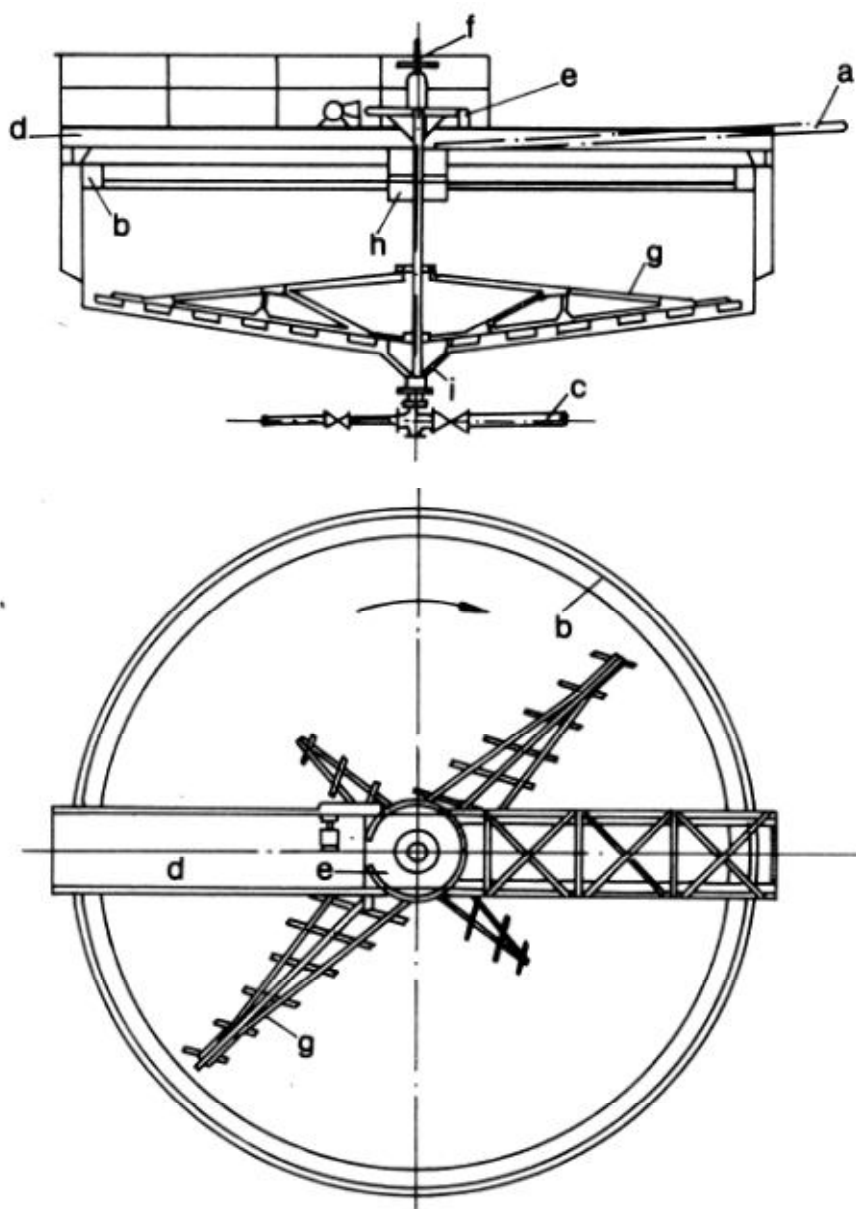
13.4. Ülepítőberendezések

Az ülepítőberendezések alkalmasak

- szuszpenziók (folyadék és benne szilárd részecskék)
- emulziók (olyan folyadékok, amelyek alkotói nem vagy korlátozottan elegyednek pl. a zsír-víz emulzió)
- gázban lévő szilárd szemcsék (füst)
- gázban lévő folyadék részecskék (köd)
- folyadékban lévő gáz (hab) szétválasztására a gravitációs erőterben.

Az üledési sebességet befolyásolja a sűrűség különbség, illetve a szétválasztandó anyagok jellemzői. Például az ülepítés szempontjából kritikus szemcseméretnél ($0,5 \mu\text{m}$) kisebb részecskék lebegő állapotúak. Ilyenkor csomósító illetve pelyhesítő szereket adagolnak. Így a szemcsék összecsomósodnak, összeállnak és gyorsabban ülednek.

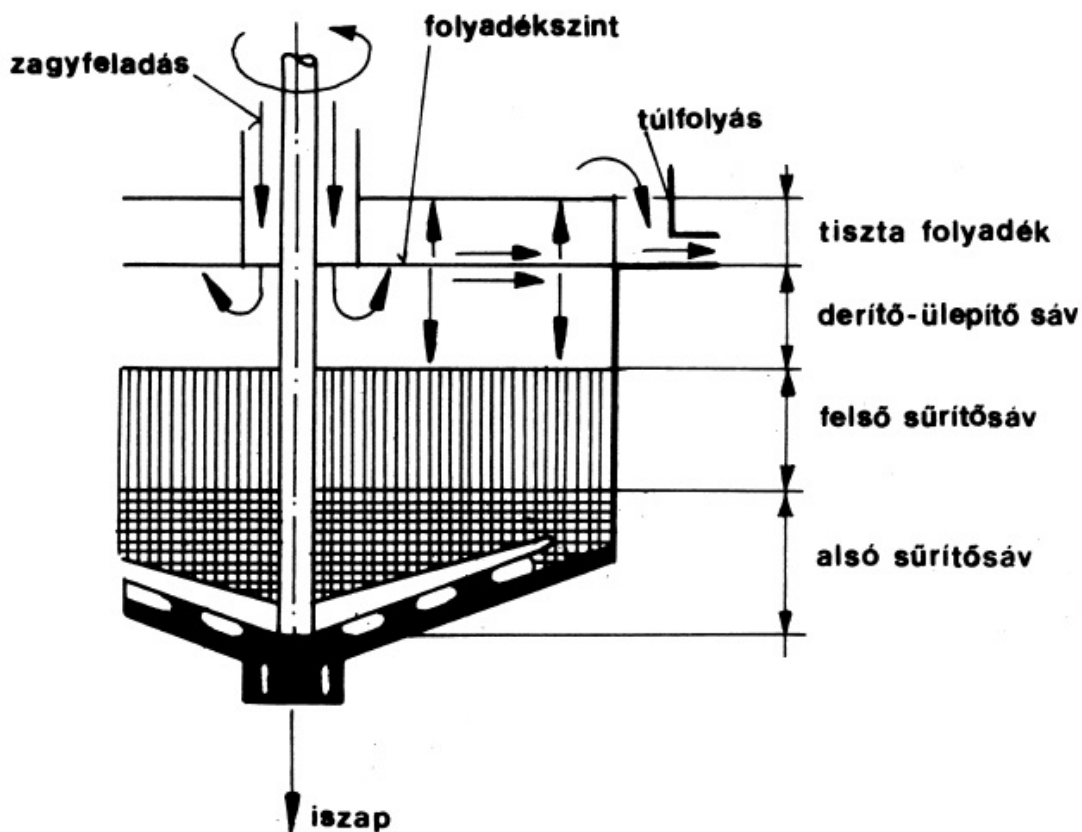
A Dorr-féle ülepítők (13.40.ábra) folyamatos működésű, hengeres alakú berendezések. Nagy átmérőjűek (akár 200 m is lehet), mivel az ülepítéshez nagy felületre van szükség. Az ülepítő alja enyhén kúpos, a középrésze felé lejtős fenékrésszel készül, amely fölött lassan forgó (0,02 1/min) sugárirányú karokon lévő lapátsor tereli a középen elhelyezett elvezető nyílásba a leülepedett iszapot, és közben az iszap összekeményedését is megakadályozza. A derített tiszta lé a tartály felső peremén túlfolyással körben távozik, ahonnan az elvezető csatornába kerül.



13.40.ábra. Egykamrás Dorr-kád [3]

A 13.41. ábra a Dorr-sűrítőben kialakuló zónákat mutatja. A zagy feladása felülről, az ülepítő tengelyvonalában történik. Ha a folyadékban lévő szemcsék az áramló folyadék

sebességénél nagyobb sebességgel ülepednek, akkor az iszapba kerülnek; ha az áramló folyadék sebességénél kisebb sebességgel mozognak, akkor a derítménybe kerülnek.



13.41. ábra. Ülepítéskor a Dorr-sűrítőben kialakuló zónák [3]

13.5. Centrifugák

Az élelmiszeripari anyagok előállítása során általában nem engedhető meg a lassú gravitációs ülepedés. Jelentősen felgyorsítható a sűrűség szerinti szétválasztás a centrifugális erőterben, ami a centrifugákban biztosítható.

A centrifugák alkalmazhatók:

- nem elegyedő folyadékok szétválasztására pl. tejszín és sovány tej elválasztása fölözéskor
- folyadékban levő szilárd anyag kiválasztására. pl. cukorgyártás során a cukorkristály és a szörp szétválasztása
- nedves szilárd anyag mellől a felesleges folyadék eltávolítása (víztelenítés)

A centrifugális erőterben a szétválasztás sebessége függ:

- az elválasztani kívánt komponensek sűrűség különbségétől,
- a szilárd részecskék méretétől,
- a folyadék dinamikus viszkozitásától,



- a hőmérsékletétől
- a centrifuga jellemzőitől

Egy forgó rendszerbe helyezett testre ható centrifugális erő:

$$F_c = mr\omega^2 \quad (13.3)$$

ahol: F_c a centrifugális erő [N], m a test tömege [kg], r a forgási sugár [m], ω a szögsebesség [rad/s]

Látható, hogy a fellépő centrifugális erő az anyag tömegétől, a sugártól és szögsebességtől (fordulatszámától) függ. Tehát a forgó centrifugába vezetett szétválasztandó folyadékrészek közül a nagyobb sűrűségű a dob fala, míg a kisebb sűrűségű a tengely közelében fog elhelyezkedni. Jó példa erre a tejszín és a sovány tej szétválasztása a fölözőgépben.

A centrifugális gyorsulás értékét szokás a gravitációs gyorsuláshoz viszonyítani. Ez az arányszám a centrifuga jelzőszáma (szétválasztási tényező):

$$j = \frac{r\omega^2}{g} \quad (13.4)$$

ahol: ω a szögsebesség [rad/s], $g=9,81 \text{ m/s}^2$ a gravitációs gyorsulás, r a centrifuga sugara [m].

A jelzőszámot a gyakorlatban inkább a fordulatszámmal fejezik ki:

$$j \cong \frac{rn^2}{900} \quad (13.5)$$

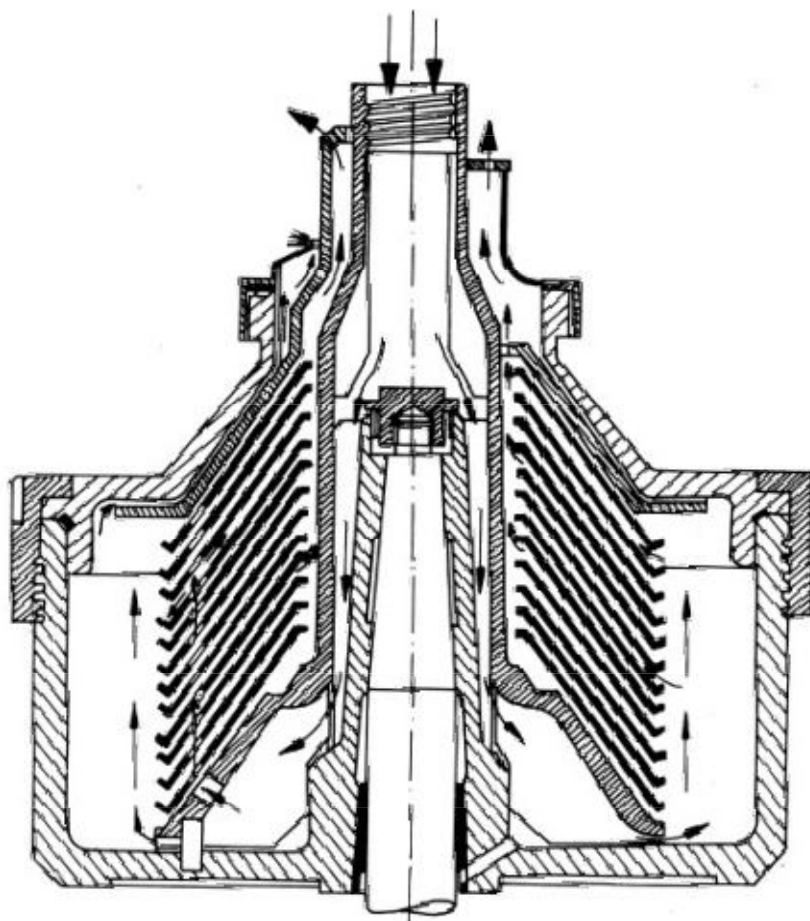
ahol: n a centrifuga fordulatszáma (1/min).

A normál fordulatszámu centrifugáknál [3] $j = 200-4000$,
a nagy fordulatszámuáknál $j = 4000 - 50\,000$.

Az egyenértékű ülepítő felület a jelzőszámhoz hasonló jellegű mutató. Azt fejezi ki, hogy a centrifuga teljesítménye hány m^2 felületű gravitációs ülepítő teljesítményével egyenértékű.

Tányéros centrifuga (szeperator)

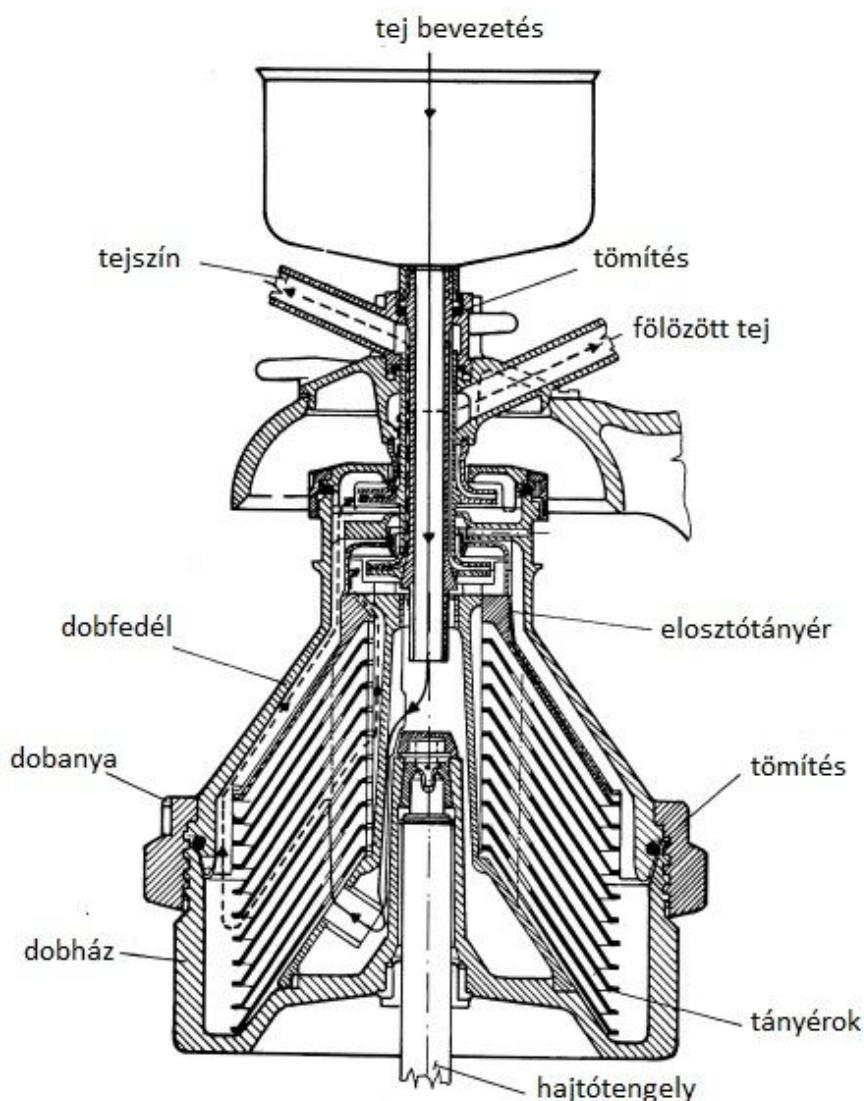
A tányéros centrifugák kétféle dobbal készülnek attól függően, hogy szétválasztásra vagy derítésre alkalmazzák. A 13.42. ábrán bal oldalt a szétválasztó, jobb oldalon a derítő dob metszete látható. A 200 - 400 mm átmérőjű dob belsejében vékony, 1 mm körüli rozsdamentes acéllemezből készült 40 -120 db kúpos tányér található egymás fölé helyezve. A lemeztányérok között lévő rés 0,4 - 1,5 mm, a közöttük lévő állandó távolságot a tányérokra lévő kis bütykök garantálják. A tányérok között vékony rétegben laminárisan áramlik a folyadék, és az ülepedési úthossz is a minimumra csökken. A lemeztányérok félkúpszöge 35° és 60° között változik attól függően, hogy a kivált szilárd szemcsék még le tudjanak csúszni a tányérok alsó oldalán az iszaptérbe. A dob fordulatszáma 4000 - 8000 1/min közötti értékű.



13.42. ábra. Tányéros centrifuga (szeparátor) [3]

bal oldalon: szétválasztó, jobb oldalon: derítő

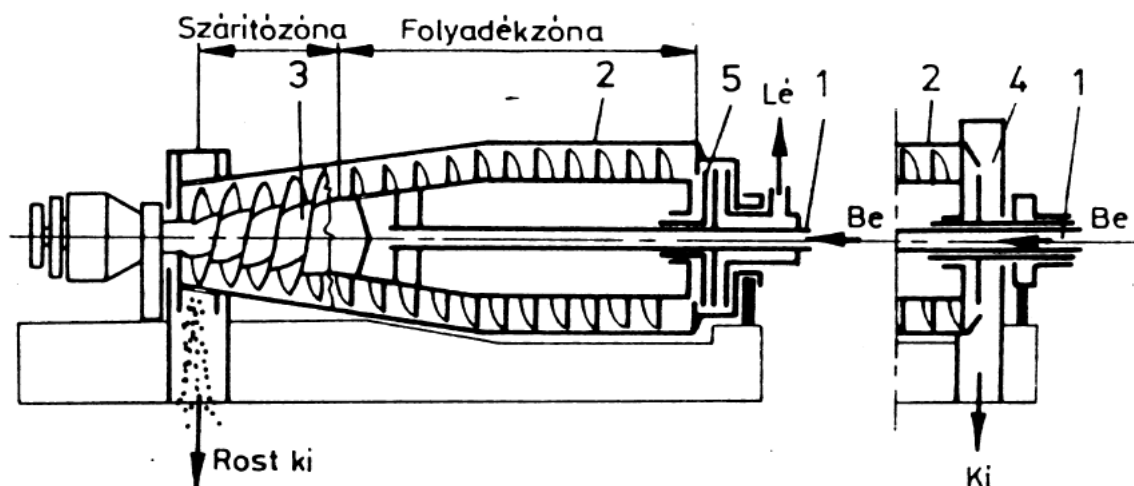
A szétválasztó centrifuga legfontosabb alkalmazási területe a tej fölözése, és egyéb emulziók szétválasztása. A **fölözőgép**be (13.43. ábra) a zsíros tej bevezetése tengelyirányban felülről történik. A tej a dob alján kerül a kúpos lemeztányérok közé a tányérok kialakított lyukak alkotta csatornákon felfelé haladása közben. A tányérok közötti szűk résben a centrifugális erő hatására a nagyobb sűrűségű sovány tej a dob palástja irányába, míg a kisebb sűrűségű tejszín a tengely irányába, a tányérok felső szélé felé áramlik. A fölözött tej a fedél nyakrészén kialakított nyíláson keresztül, a tejszín a felső tányér hengeres részén a tejszínállító csavar furatán keresztül távozik a gépből.



13.43. ábra Zárt rendszerű fölözőgép dobja [33]

A **csigás önürítő centrifuga** (13.44. ábra) nagy szilárdanyag-tartalmú szuszpenzió szétválasztására alkalmas gép, dekanternek is nevezik. A vízszintes tengelyű dob és a benne található csiga is hengeres-kúpos alakú. A dob és a csiga is forgó mozgást végeznek, a forgásirányuk azonos, de a dob fordulatszáma nagyobb. A kezelendő folyadékot a forgástengelyben elhelyezett csövön keresztül vezetik a forgó dob belsejébe. A centrifugális erő hatására a nagyobb sűrűségű szilárd anyag a dob falánál, a kisebb sűrűségű folyadék pedig beljebb, koncentrikus rétegben helyezkedik el. A dob és a csiga közötti fordulatszám-különbség miatt a szilárd anyag a folyadékhoz viszonyítva „lemerad”. A szállítócsiga a kiüledő nagyobb sűrűségű részeket a dob kúpos végébe szállítja, ott távozik a gépből. A tisztított (derített) folyadék a csigalevelek között a dob másik vége felé halad és állítható gáton át, vagy hámozótárcsával vezethető el. A hámozótárcsa a centrifugál szivattyú járókerekéhez hasonlít, de itt a folyadék forog, a tárcsa pedig áll. A nagy sebességgel forgó

folyadék a hámozó-tárcsa járataiba kerül, ahol sebességi energiája nyomási energiává alakul át. Eközben sugár-irányú mozgása tengely-irányúvá változik.



13.44. ábra Csigas önürítő centrifuga vázlata [40]

1. lébevezető cső, 2. forgókúpos dob, 3. kihordócsiga, 4. bukógát, 5. hámozótárcsa

13.6. Szűrők

A szűrés fizikai szétválasztási művelet, melynek során a szilárd anyagot tartalmazó folyadékot szűrő-felületen vezetik keresztül. A folyadék a szűrőrétegen átömlik, a szilárd részecskék fennakadnak a szűrő felületén. A szűrendő közeg a zagy, a szűrt közeg a szűrlet, a kiválasztott komponens az iszap.

A folyadék a szűrőrétegen a két oldala közötti nyomás-különbség hatására áramlik át. A nyomás-különbséget a szűrendő folyadék szivattyúzásával (nyomás alá helyezésével), vagy a szűrt lé oldalon vákuum előállításával, illetve centrifugális erővel lehet biztosítani.

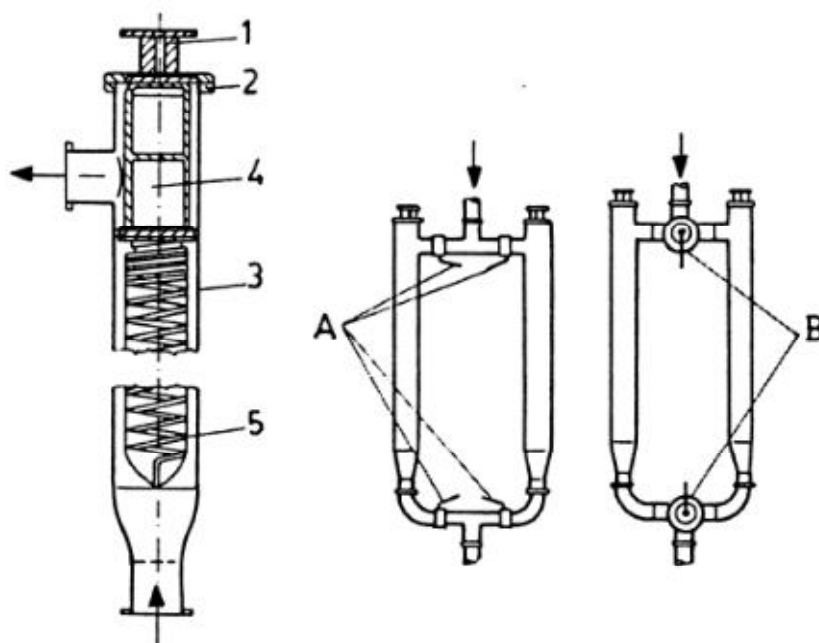
A szűrőközegek lehetnek

- rácsok, lyukasztott lemezek, dróthálók, darabos anyagok laza rétege
- szűrőszövetek (fém-, textil-, üveg-, műszálból)
- szűrőpapírok, szűrőlapok (finom és csírátlanító szűrésre)
- porózus szűrőtestek (műkövek, kerámiák, fémporból szinterezett testek, pórusos műanyagok)

Szokás szűrési segédanyagokat is alkalmazni, melyek a szűrőfelületen felrétegződve jó áteresztő-képességű, porózus iszap-réteget alkotnak.

A fejt tej szűrésére használatos a **csőszűrő** (13.45. ábra). Két szűrőt kapcsolnak sorosan vagy párhuzamosan. A párhuzamos kapcsolás előnye, hogy egyszerre is, és felváltva is használható. Ha az egyik szűrőt cserélni kell az elszennyeződése miatt, közben a másik működik. A soros kapcsolás előnye a jobb tisztítás.

A szűrőharisnya a tartórugón található. A rugótartó tömítőgyűrűvel van ellátva, ami megakadályozza, hogy a tej szűrés nélkül jusson ki. Tisztításkor a kiiktatott szűrő fedelének lecsavarása után a szűrőbetét kiemelhető.

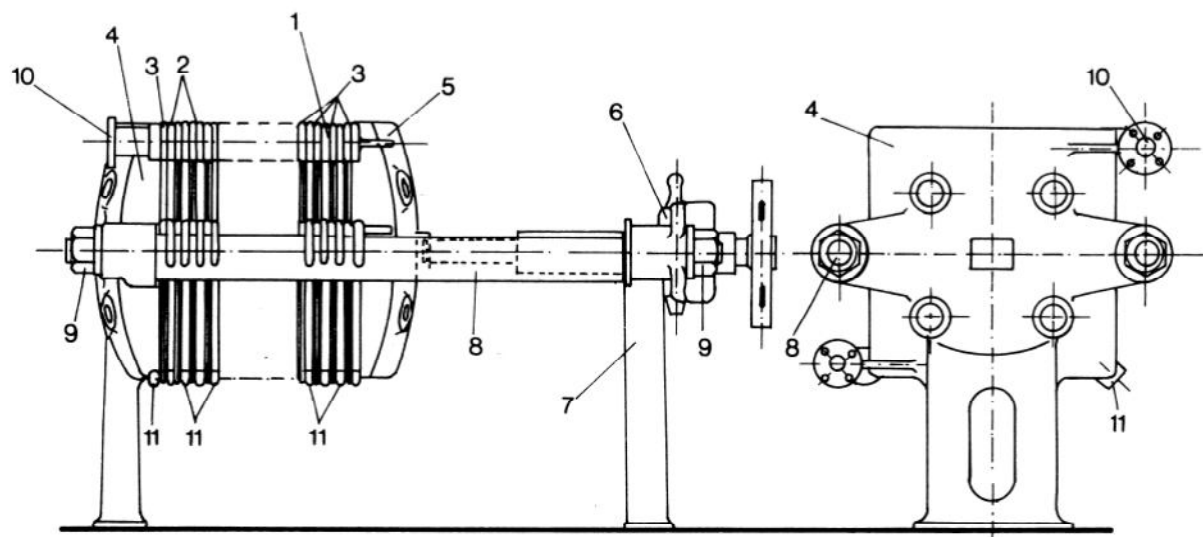


13.45. ábra. Csőszűrő [39]

1. zárófedél fogantyú, 2. zárófedél, 3. ház, 4. rugótartó a tömítőgyűrűvel, 5. rugó és szűrő
Bekötések: A – 4 db pillangó szelep, B – 2 db háromutas csap

A **szűrőprés** (13.46. ábra) az élelmiszeriparban gyakran alkalmazott, széleskörűen használható, szakaszos működésű berendezés. A szűrőelemek az erős fejlap és a zárólap között helyezkednek el, az oldalukon kialakított fülekkel a vízszintes tartórudakra támaszkodnak. A szűrőelemek párhuzamosan vannak kapcsolva, ezek egymás mellett elhelyezett középrészen üres fémkeretektől és bordázott támasztókeretektől állnak. Az üres fémkeret mindkét oldalán szűrőkendő található. Az elemeket a szűrés során csavarorsó vagy hidraulikus munkahenger szorítja össze a hermetikus zárás érdekében. A szűrőkeretek és a szűrőkendők peremrészén lévő átmenő furatok összefüggő csatornákat képeznek. Így a fejlapon lévő bevezető furaton keresztül a megfelelő szűrőnyomással bejuttatott szűrendő folyadék az üres keretekbe jut. A vászon a nyomás hatására ráfeszül a teli keret függőleges bordáira. A folyadék áthatol a kialakult iszaprétegen és a vásznon, azután pedig lecsorog a

bordákon. A bordázott támasztólap aljából vezethető le a szűrlet. A kiszűrt iszap az üreges keretben marad. Amikor a szűrő telítődik, a szűrendő folyadék rávezetését meg kell szüntetni, a berendezést szét kell szedni, és a felgyűlt iszapot ki kell mosni. Összeszerelés után újra lehet kezdeni a szűrést.



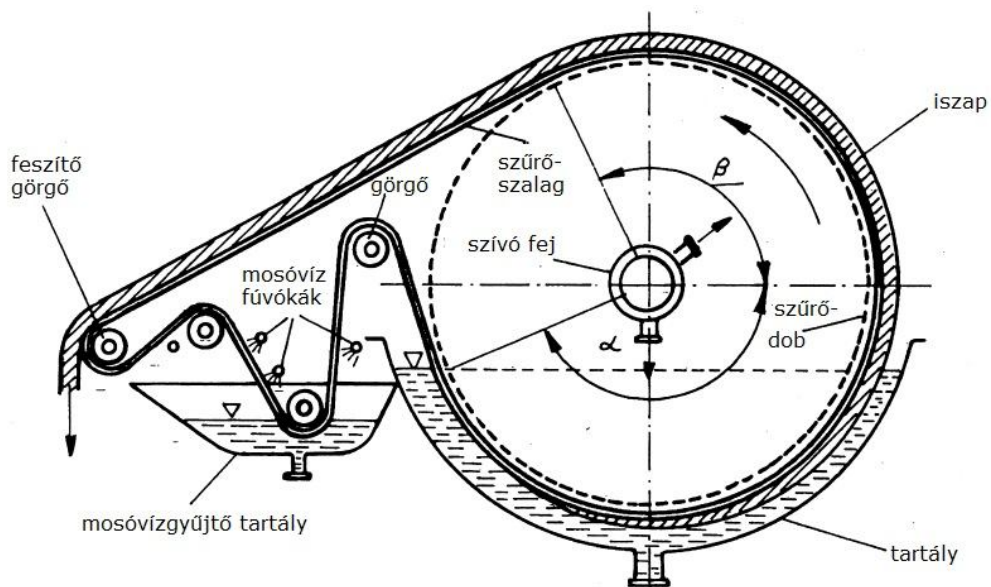
13.46. ábra. Keretes szűrőprés [3]

1. szűrőpréslap (szűrőlap), 2. átmosó szűrőpréslap, 3. keret, 4. álló fejrész, 5. mozgó fejrész, 6. zárószervezet, 7. állvány, 8. tartórúd, 9. anya, 10. a szűrendő anyag vagy mosófolyadék bevezetése, 11. leeresztőcsap

A berendezés előnye az egyszerű felépítése, a kis helyszükséglet, széleskörű alkalmazási lehetősége, üzembiztos működése. Hátránya viszont, hogy az iszapot a telítődés után el kell távolítani, ami nehézkes, és kézi munkát igényel. Ez a szűrőtípus főleg a boriparban és a gyümölcsleágyártásban terjedt el.

A **vákumdobszűrő** (13.47. ábra) folytonos működésű berendezés. Alkalmas igen szennyezett folyadékok szűrésére is. A szűrendő folyadékot szivattyú szállítja a tartályba és biztosítja annak állandó szintjét. A forgó szűrődob felületén végtelenített szűrőszalag található. A szűrődob - rajta a szűrőszalaggal - belenyúlik a tartályba. A dob belsejében vákumot létesítenek, így annak hatására az α ívszakaszon megtörténik a szűrés. Az iszap a szalag felületére tapad, a szűrlet pedig a szívófejen keresztül vezethető el. Amikor forgás közben a dob és a szalag kiemelkedik a folyadékból, a megtapadt iszapon keresztül a vákuum hatására levegő áramlik, és így az iszap a β ívszakaszon megszikkad, majd a szalag visszafordulásakor lehullik róla. A szűrőszalag tisztítását fúvókák végzik mosóvízzel, belülről kifelé.

Az iszap leszedésére többféle megoldás is lehetséges. Az iszap fizikai tulajdonságainak megfelelően kell kialakítani a leszedőszervezetet, lehet pl. zsinóros, késes vagy fésűs megoldású.



13.47. ábra. Vákumdobszűrő [33]



14. FELHASZNÁLT SZAKIRODALOM

- [1] Csizmazia Zoltán, Műszaki ismeretek, Tamop 425/0010 1A Book 06
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_06_Muszaki_ismeretek/ch03s02.html
- [2] Csizmazia Zoltán: A növényvédelem gépei. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 2006
- [3] Fábry György: Élelmiszer-ipari eljárások és berendezések. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 1995. ISBN 963 8439 42 4
- [4] Felix R. Paturi: A technika krónikája. Officina Nova Könyv- és Lapkiadó Kft. 1991. ISBN 963 7836 44
- [5] Greschik Gyula: Anyagmozgató Gépek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981. ISBN 963 17 4641 0
- [6] H. Kempf: Hydraulics. Basic Principles and Components. Bosch Rexroth AG Drive &Control Academy., 2004. - ISBN 3-933698-32-4
- [7] Hagymássy Zoltán, Gabona, kukorica betakarítás gépei, filetype:ppt
- [8] Hagymássy Zoltán, Növényvédelmi műszaki ismeretek, filetype:ppt
- [9] Hagymássy Zoltán, Öntözés gépei, filetype:ppt
- [10] Hagymássy Zoltán, Talajművelés gépei, filetype:ppt
- [11] Hagymássy Zoltán, Tápanyag gazdálkodás gépei, filetype:ppt
- [12] Hagymássy Zoltán, Technical knowledge, TÁMOP-4.1.2 A1 és a TÁMOP-4.1.2 A2
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0009_Hagymassy.html
- [13] Hagymássy Zoltán, Vetőgépek, filetype:ppt
- [14] <http://cimbria.hu/hu/felhasznalo/letoltesek/prospektus/> letöltés ideje: 2015.02.17.
- [15] <http://korospack.hu/gyartmanyok/ngf234.html> letöltés ideje: 2015.02.16.
- [16] <http://korospack.hu/gyartmanyok/ngf461.html> letöltés ideje: 2015.02.17.
- [17] http://metallcarbon.hu/magyar/iparagi_alkalmazasok.html?akt_menu=37&kk_id=103 letöltés ideje: 2015.02.16.
- [18] http://metallcarbon.hu/magyar/termekkategoriak.html?kk_id=42 letöltés ideje: 2015.03.16.
- [19] <http://www.berszangabor.hu/a-szakmai/s09-elelmiszerip-eloallito-gepek.htm>
- [20] <http://www.coltello.hu/Talsa-K15E-kutter-15-literes-cutter> letöltés ideje: 2015.02.18.
- [21] <http://www.erbgssystem.hu/gorgospalyak> letöltés ideje: 2015.02.20.
- [22] http://www.hangyasi.hu/lancos_szallito.html letöltés ideje: 2015.03.16.
- [23] <http://www.hangyasi.hu/szallitocsigna.html> letöltés ideje: 2015.03.17.
- [24] http://www.langipex.hu/family_hun.php letöltés ideje: 2015.02.20.



- [25] http://www.magmilling.hu/?item=dynamic_pages&page=sikszita
- [26] <http://www.szallitoheveder.hu/> letöltés ideje: 2015.02.16.
- [27] http://www.szallitoszalag.hu/KATALOGKEP/serleg_kep.jpg letöltés ideje: 2015.02.17.
- [28] <http://www.vargakesek.hu/termek/gyalukese/> letöltés ideje: 2015.03.22.
- [29] http://www1.gek.szie.hu/kori/Letoltes/Serleges_elevator_tervezes.pdf letöltés ideje: 2015.02.19.
- [30] Juhász Gy. (2010): A pneumatika alapjai. CZEZE Kft., Debrecen, ISBN 978-963
- [31] Kerényi János: Konzerv- és hűtőipari gépek. Mezőgazda szaktudás kiadó. Budapest. 1994. ISBN 963 356 1051
- [32] Király László: Mezőgazdasági Műszaki ismeretek. jegyzet. Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar. Gödöllő. 1989.
- [33] Kiss Imre, Gyaraky Jenő, Kovács Dénes (szerzők), Somogyi József (szerkesztő): Élelmiszeripari gépek szerkezetana II., VM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsadási Intézet, Budapest, 2011. ISBN 987-963-309-003-9
- [34] Láng Zoltán: A zöldség-, dísznövény és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 1999
- [35] Raptisz Dimitriosz: Bevezetés a hidraulikába. FESTO, Kontaprint Kft., 2006.
- [36] Szendrő Péter (szerk.): Mezőgazdasági géptan. - ISBN 9639121177
- [37] Szendrő Péter (szerk.): Példák mezőgazdasági géptanból. - ISBN 9633562066
- [38] Szendrő Péter, Mezőgazdasági gépszerkezetan, Szaktudás Kiadó Ház http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_529_11_Mezogazdasagi_gepszerkezetan/ch09.html,
- [39] Szendrő Péter: Géptan. Mezőgazda kiadó. 2003. ISBN 963 286 021 7
- [40] Szenes Endréné, Oláh Miklós: Konzervipari Kézikönyv, Integra-Projekt Kft., Budapest, 1991
- [41] U.Fischer-M.Heinzler-F.Näer-H.Paetzold: Mechanical and Metal Trades Handbook. Verlag Europa Lehrmittel, 2010. ISBN 13 978-3-8085-1913-4
- [42] Verdes Sándor: Anyagmozgatás és gépei. Pannon Egyetem, 2012. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0012_anyagmozgato_gepek/pr02.html letöltés ideje: 2015.03.16.
- [43] <http://agrinox.hu/node/29> letöltés ideje: 2015.02.20.